



# ESCUELA NORMAL DE TLALNEPANTLA

---



## TESIS DE INVESTIGACIÓN LA NEUROPLASTICIDAD EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN  
SECUNDARIA

PRESENTA  
GUSTAVO ANGEL LUNA PEÑA

ASESOR  
DRA. SILVIA MARTÍNEZ BECERRIL

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi persona**

Por el esfuerzo, la dedicación y el esmero que desempeñe al realizar este trabajo, pero más allá, por nunca darme por vencido y levantarme de cada una de las dificultades que enfrente durante mi trayecto personal y formativo.

### **A mis padres**

Por el apoyo que me brindaron para culminar con mi educación, les agradezco infinitamente porque siempre se sacrificaron para que tuviera lo mejor, y aunque no se los digo, quiero decir que los amo.

### **A mi madre y hermanas**

A Mitzy porque siempre estuvo ahí cuando necesitaba de un apoyo tanto emocional como académico, y además por ayudarme a darle lectura a mi documento, por lo que, siempre puedo contar con ella; a mi madre y hermana Laura por el apoyo que me brindaron cuando necesitaba realizar material didáctico y se quedaban conmigo hasta tarde.

### **A Diana Lechuga, Sonia Arenas y Karen Hernández**

Por ser de las mejores amistades que eh tenido en mi vida, siempre me demostraron su apoyo y sincera compañía. Fueron el empujoncito que necesitaba para enfrentar mis miedos en la Escuela Normal y en la vida, ustedes siempre confiaron en mí cuando pensaba que no estaba hecho para esto, y no solo eso, sino en todos los aspectos. Las amo demasiado que las considero mi lugar seguro y parte esencial de mi vida; con ustedes las clases en la Normal fueron otra cosa, pude ser yo sin miedo a que me juzgaran. Nunca imagine encontrar amistades tan bonitas como las suyas, las llevare siempre en mi corazón.

### **A mi asesora Silvia**

Por el apoyo, la paciencia y compañía que me brindó para realizar mi trabajo, es usted una gran persona que siempre tendrá mis respetos, cariño y admiración por su trabajo y preparación profesional.

### **A 3° “A”**

Por brindarme el apoyo necesario para realizar mis prácticas, pero, sobre todo, porque ustedes me ayudaron a definir que esto es lo que realmente quiero en mi vida, fueron el primer grupo que me hizo sentir cosas bonitas cuando entraba a dar clases, por lo que siempre procuraba el esforzarme cada vez más para que ustedes tuvieran lo mejor, ya que son increíbles, y estoy seguro que donde quiera que estén, van llegarán muy lejos, yo confío en cada uno de ustedes. Los quiero y estimo mucho.

### **A la maestra Coco Oropeza**

Por ayudarme con mi trabajo de investigación al darme dirección y sentido cuando estaba desorientado y tenía pocas esperanzas de culminarlo; desde que la conozco siempre ha sido un ser lleno de comprensión, amor, gracia y ternura. Eh admirado cada parte de usted que hoy en día es un modelo a seguir. Le agradezco por todos los momentos agradables que hemos compartido, pero más allá de eso, por darme ese pedacito de confianza y fe en mí para llegar a ser mejor persona.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>Capítulo I. Tema de estudio</b> .....	10
<b>A. Tema a investigar</b> .....	10
<b>B. Planteamiento del problema</b> .....	12
1. Selección del tema .....	12
2. Delimitación .....	14
3. Contextualización .....	16
4. Justificación .....	17
5. Preguntas de investigación.....	19
6. Supuestos hipotéticos .....	19
7. Objetivos.....	20
<b>Capítulo II. Marco teórico</b> .....	22
<b>A. El cerebro y las conexiones neuronales</b> .....	23
<b>B. Fisiología cerebral</b> .....	24
1. Sinapsis .....	27
2. Neurotransmisores .....	29
<b>C. Cerebro dinámico</b> .....	30
<b>D. El cerebro adolescente</b> .....	32
1. De los procesos cognitivos de los adolescentes .....	34
a. Sensación .....	37
b. Percepción.....	38
c. Atención.....	39
d. Memoria.....	44
e. Imaginación .....	51

<b>E. Aprendizaje: las bases del cerebro</b> .....	52
1. Aprendizaje emocional .....	54
<b>F. Neuroplasticidad</b> .....	55
<b>Capítulo III. Perspectiva metodológica</b> .....	59
<b>A. La investigación cualitativa: una forma de comprender la realidad educativa</b> .....	60
1.El Diseño de la investigación.....	65
2.Técnicas de recolección de la información .....	67
a. La observación participante.....	69
b. Diario de campo o del investigador .....	69
c. El cuestionario .....	71
<b>B. Análisis e interpretación de resultados</b> .....	72
<b>C. Formas de aprender de los alumnos de tercer grado grupo “A”</b> .....	74
<b>D. Recuperación de ideas previas</b> .....	78
<b>E. El proceso de aprendizaje de los alumnos de tercer grado</b> .....	83
1. Las analogías: un encuentro entre lo previo y lo nuevo .....	86
2. La lúdica y el juego como espacio de socialidad del aprendizaje .....	94
3. Observar, manipular y entender la química: experimentar para aprender.....	99
<b>F. Valoración de las actividades didácticas</b> .....	106
<b>Conclusiones</b> .....	114
<b>Referencias documentales</b> .....	120
<b>Anexos</b> .....	124

## Introducción

*“Educar sin saber cómo funciona el cerebro es como querer diseñar un guante sin haber visto nunca una mano”*

*Leslie Hart*

La alta capacidad del cerebro para captar y almacenar la información de su ambiente, está determinada por una serie de mecanismos que permiten interiorizar la información con facilidad. En los sistemas escolares, la tarea de enseñar los contenidos de un plan de estudios para cumplir con el aprendizaje, está dada por las estrategias, métodos y técnicas implementadas por los docentes que intentan efectuarlas para lograr el conocimiento entre sus estudiantes.

Es así que, las nuevas exigencias sociales y escolares, posibilitan una comprensión detallada de los escenarios en donde están inmersos los actores responsables de transmitir la información, así como de aquellos que procesan los datos que se les provee. De esta forma, las recientes investigaciones científicas han permitido asimilar como el ser humano aprende desde las bases neurobiológicas, es decir, desde los fundamentos del cerebro, ya que toda información es reportada y procesada por este órgano que es responsable de ejecutar y desempeñar la conducta humana.

De este modo, los docentes toman un rol sustancial a la hora de facilitar los procesos de aprendizaje, puesto que son los causantes de proveer, guiar y orientar estos mecanismos de atención al cerebro, de modo que, su tarea como servidores públicos, es el de generar ambientes y entornos que contribuyan al logro de los conocimientos brindados, y con ello, el de entender cómo procesa, memoriza y evoca la información.

En este sentido, el aprendizaje es visto como aquel que cambia y altera la experiencia previa del individuo a consecuencia de los nuevos insumos que le proporciona el entorno, por tanto, cuando se habla de aprendizaje desde las bases neurocientíficas, se dice que el cerebro ha sufrido una serie de modificaciones a nivel

neuronal, lo que le dota a este órgano su capacidad plástica y flexible ante los estímulos recibidos.

En tal efecto, el procesador biológico, es decir, el cerebro, es un cuerpo que cambia y se modifica constantemente debido al intercambio de información que tiene con su ambiente, lo que permite inferir que nunca deja de incrementar su conectividad celular a pesar de culminar una etapa de desarrollo como es el caso de la niñez, sino que el ser humano puede seguir aprendiendo y alterando su arquitectura cerebral aún en etapas posteriores.

Es por ello, que la capacidad misma del cerebro para cambiar y adaptarse a las nuevas exigencias medioambientales (producto de los estímulos sensoriales, cognitivos y, por supuesto, del aprendizaje), tiene repercusiones en el comportamiento humano, lo que se lograría traducir como neuroplasticidad; en otras palabras, la neuroplasticidad es aquella habilidad que tiene el procesador biológico para transformar su cableado neuronal a partir de las nuevas experiencias de aprendizaje, lo que coloca a este último como el responsable de esa alteración neuronal.

Entonces ¿Cómo lograr ese aprendizaje y, por consiguiente, esa neuroplasticidad? Simple, a partir de la interpretación y los fundamentos del cerebro humano, lo que permite describir e indagar el cómo este órgano tan sorprendente asimila la información de su entorno, puesto que todo sujeto de aprendizaje cuenta con uno que es exclusivo y característico de cada persona, entendiendo de esta forma, a la diversidad de personalidades que se tienen frente al docente.

Por ende, el aprendizaje visto desde los cambios estructurales del cerebro, posibilita una comprensión de los mecanismos de acción que lleva a cabo esta máquina biológica para procesar y almacenar los datos de su ambiente, lo que permite resaltar sus fundamentos neurocientíficos que coadyuven en el éxito de sus modificaciones celulares.

De eso se desprende, la necesidad de investigar cómo y cuándo el cerebro está dispuesto a aprender, por lo que abre la puerta a una infinidad de explicaciones que ayudan a expresar que sucede en el interior de los estudiantes cuando se llevan a cabo la exposición de los contenidos y las dinámicas que se desprenden de su desarrollo y planificación. De esta forma, la presente investigación tiene el objetivo de

ofrecer un enfoque diferente a las acciones que se expresan en las mecánicas habituales, colocando al estudiante como centro del proceso educativo al tomar un rol activo en los espacios destinados para aprender.

Por si fuera poco, esta tesis de investigación pretende dar respuesta a la pregunta ¿Cómo aprenden los estudiantes de educación secundaria? A fin de explicar aquellos elementos que ayudaron a integrar los contenidos de la química con mayor facilidad, pues la implementación y análisis de este documento, se originó en la Escuela Secundaria Federal No. 17 “Benemérito de las Américas” principalmente con el grupo de tercero “A” en la asignatura de ciencias III. Química, lo que permitió hacer una interpretación y vinculación de los datos proporcionados por el campo de las neurociencias con las dinámicas ejecutadas en tiempo real, logrando generar esa neuroplasticidad en su procesador biológico.

Puesto que, el principal objetivo, es el de difundir información fidedigna que aporte conocimiento a la comprensión de los aprendizajes de las y los estudiantes de educación secundaria en el área de la química, al brindar algunos elementos que contribuyan en la facilitación de los contenidos.

Sin duda alguna, el reconocer el papel que tienen las neurociencias en los sistemas educativos, hace visible la capacidad del docente por conocer más a sus alumnos, de modo que posibilita un entendimiento de sus procesos de representación mental al situar hechos y acontecimientos cotidianos que ayudan a la apropiación del conocimientos, y con ello, a diseñar ambientes como actividades novedosas, creativas y emocionantes que faciliten la recepción de los contenidos con mayor facilidad, logrando esa llamada neuroplasticidad en el cerebro de los sujetos que aprenden.

En tal sentido, la información que anexa el documento transita principalmente por tres capítulos; el primero, explica las razones iniciales por las cuales se desempeña esta investigación, fundamentándose en el estudio de la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química, además de situar las preguntas, supuestos como objetivos que persigue este documento.

El segundo integra las bases teóricas en donde se sustenta esta investigación, es decir, aquellas que brindaron un soporte a la comprensión del cerebro humano, esto visto desde su fisiología a los procesos cognitivos como sensación, percepción,



atención, memoria e imaginación, comprendiendo estos últimos como elementos primordiales en el aprendizaje y, por supuesto, en el modelaje del cerebro.

El tercero incorpora por un lado, las bases metodológicas de la investigación, resaltando a la cualitativa como forma de interpretar la realidad existente de los escenarios educativos, dado que, trata de descifrar aquellos mecanismos que resultan favorecedores en la recepción de los conocimientos de los estudiante, y por consiguiente, en sustentar los datos empíricos con los teóricos a fin de ayudar a explicar cómo se da el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de química, logrando apreciar los cambios neuronales que se efectuaron en los adolescentes de educación secundaria.

Por otro lado, se anexa los análisis y la interpretación de los resultados que se presentaron en el campo de estudio, por lo que, se trata de exponer los mecanismos de aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de química, al resaltar tres categorías preliminares que resultan favorecedoras para el logro de los conocimientos.

Es así que, el camino que persiguen las neurociencias en el campo educativo, posibilita la comprensión del órgano responsable de procesar y almacenar la información de su contexto, de modo que la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química, permite entender que el cerebro nunca deja de modificarse, y, con ello, comprender cuales son aquellos estímulos y ambientes que favorecen en la recepción de los conocimientos, originando un aumento o reforzamiento de las conexiones neuronales, indispensable para la adaptación y actividad humana.

# **Capítulo I.**

## **Tema de estudio**

## **Capítulo I. Tema de estudio**

El aprendizaje en la educación secundaria es una de las principales inquietudes que los docentes han tratado de reforzar dentro de los espacios donde se generan estos procesos, de tal forma que la tarea principal es el de entender cómo aprenden los estudiantes y con ello, como favorecer estos mecanismos de asimilación de la información. De esta manera, en la educación secundaria, específicamente en la asignatura de la química, se busca transformar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes en función de la mejora de los conocimientos en esta área del saber, por lo tanto, se relaciona los procesos de los adolescentes con las recientes investigaciones en el campo de la neurociencia.

En este sentido, se presentan los fundamentos que sigue esta investigación, es decir, cuáles son las principales razones por estudiar “la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química en educación secundaria”, brindando una contextualización de la situación actual que enfrenta la educación hoy en día. Además, se colocan las principales preguntas, supuestos y objetivos que persigue este documento.

### **A. Tema a investigar**

Comprender el alcance de los estudiantes con respecto a su aprendizaje, ha sido una tarea compleja que pone de manifiesto diversos factores que pueden influir en la construcción y consolidación de la información recibida por el ambiente, de esta manera el logro del aprendizaje en ámbitos educativos ha sido un tema de gran importancia dentro del cuerpo docente, pues la tarea fundamental como formadores educativos es optimizar la construcción de aprendizajes de forma sólida y eficiente; sin embargo, una de las principales inquietudes es el conseguir de manera correcta el desarrollo de los aprendizajes en los estudiantes de educación básica.

Por su parte, las nuevas investigaciones acerca del aprendizaje en espacios educativos han puesto en escena propuestas neurocientíficas que ayudan a contribuir al logro de los aprendizajes; la neurociencia por ejemplo, ha llegado a aportar nuevos

conocimientos acerca de cuál es el funcionamiento del cerebro y cómo aprovechar sus contribuciones a la mejora de los aprendizajes del sujeto desde un sentido neuronal; lo que incide en estudiar y comprender las áreas que pueden favorecer el aprendizaje, y la importancia de desarrollar un incremento neuronal.

Por tal motivo, la presente investigación ofrece una exhaustiva documentación acerca del cómo aprende el cerebro a partir de las conexiones neuronales y del impacto del reforzamiento de las conexiones ya existentes, pues todo proceso de aprendizaje recibido desde el exterior es procesado y almacenado en el órgano más importante del ser humano: el cerebro.

Las implicaciones en la actual dinámica educativa han llevado a documentar nuevos escenarios involucrados en el estudio del cerebro, tomando en cuenta el desarrollo cognitivo del estudiante, traducido en el funcionamiento neuronal, lo que permite transformar las realidades educativas con el objetivo de potencializar el aprendizaje de los estudiantes de educación básica y estimulando la creación de nuevas redes y circuitos de comunicación neuronal, encaminadas a configurar las áreas cerebrales y al logro de los aprendizajes deseados.

Las dinámicas escolares en la actualidad han tomado una vertiente en las nuevas modalidades de las prácticas educativas, pues la educación está enfrentando una pandemia a nivel mundial causada por el virus SARS-COV-2, lo que ocasiona y se traduce en formas distintas de enseñar y, por supuesto de aprender; pues esta condición es tomada en cuenta para el desarrollo de la investigación en los escenarios educativos en un modelo híbrido, siendo así que el propósito de atender las exigencias y necesidades educativas actuales, son indispensables para la búsqueda del desarrollo óptimo de aprendizajes de los estudiantes desde una mirada cerebral, proporcionando un proyecto que atienda la estimulación neuronal bajo una lógica virtual y presencial, que son hechos que se presentan en este modelo híbrido.

Para el desarrollo de la investigación acerca de la comprensión de la neuroplasticidad en el aprendizaje, se toman en cuenta instrumentos de recogida de datos que proporcionan validez y confiabilidad a la investigación documental; de esta manera se pretende buscar las aportaciones de las neurociencias al campo de la educación, tomando como pieza clave las interacciones neuronales para reforzar y

modificar las redes neuronales a partir de los insumos que son proporcionados por su entorno, en este sentido, se desea buscar optimizar el logro de los aprendizajes desde las conexiones neuronales que se originan en el cerebro.

Es así que, el tema que se desea investigar es “la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química en educación secundaria”; entre los objetivos de los cuales está enfocada esta investigación son las aportaciones teóricas y prácticas como aportar conocimientos nuevos en el terreno educativo acerca del aprendizaje desde una mirada neuronal, contribuyendo a la mejora en las áreas de enseñanza y aprendizaje para vislumbrar nuevos escenarios que permitan comprender y potencializar el cómo aprenden los estudiantes de educación básica con base en el funcionamiento del cerebro y los fundamentos neurocientíficos que lo sustentan, aplicando sus hallazgos al mejoramiento del proceso educativo, “buscando comprender cómo el cerebro cambia y se adapta durante el aprendizaje”.

Por lo tanto, en la Educación Secundaria se pretende contribuir al logro de los aprendizajes de los estudiantes tomando en cuenta sus necesidades, intereses, experiencias e inquietudes que ayuden a moldear y reconfigurar las redes neuronales del cerebro para estimular adecuadamente las áreas que permiten un óptimo aprendizaje.

## **B. Planteamiento del problema**

### **1. Selección del tema**

El cerebro es el órgano más importante que tiene el ser humano, pues este es el que procesa la información de los estímulos procedentes del mundo exterior, transformándola en acciones, sentimientos, percepciones y pensamientos que el hombre utiliza día con día. Es así que el aprendizaje obtenido durante una experiencia previa, es procesado por factores cerebrales que permiten la apropiación y asimilación del conocimiento.

Asimismo, los procesos de aprendizaje se originan en el cerebro, siendo este un órgano vital para el estudio de la estimulación de las áreas cerebrales y la obtención de resultados positivos en los procesos de aprendizaje.

Las inquietudes acerca de cuáles son las maneras correctas de apropiarse del conocimiento por parte de los estudiantes, ha puesto criterios que logran estudiar una amplia variedad de investigaciones que permiten poner sobre la mesa resultados erróneos en los procesos de aprendizaje al no conseguir una propuesta compatible con el cerebro, en este sentido, se puede decir que toda apropiación de conocimientos se origina de adentro hacia afuera y de fuera hacia adentro, siendo el cerebro el que asimila la información de su entorno físico y social, y la codifica para transferirla y comunicarla con su contexto.

De esta forma, nos compete cuestionarnos cómo aprende el cerebro para entender las maneras en que el ser humano interioriza y efectúa sus procesos, habilidades y capacidades físicas, cognitivas, sociales y emocionales para desempeñar sus tareas diarias, esto por supuesto, visto desde el interior, de lo neuronal, con la intención de lograr resultados positivos en los escenarios donde se lleva a cabo el aprendizaje.

Por esta razón, el saber de qué manera aprende el cerebro nos permite hacer una documentación profunda de los cuestionamientos e investigaciones que realizan las neurociencias para la estimulación neuronal, pues más allá de la estructura cerebral se localizan las conexiones cerebrales que por medios de impulsos eléctricos y químicos se llevan a cabo las acciones, pensamientos, recuerdos y conocimiento que el ser humano posee.

En el cerebro existen alrededor de cien mil millones de neuronas, cada una de ellas se conecta y comunica para producir todo recuerdo, pensamiento y acciones que realiza el ser humano; de esta forma el hablar de la neuroplasticidad nos permite comprender cómo el ambiente influye en la conexión y reconfiguración de las redes neuronales para mejorar el aprendizaje.

De acuerdo con Aguilar et. al (2010), “la neuroplasticidad es un proceso mediante el cual las neuronas consiguen aumentar sus conexiones con otras neuronas de forma estable a consecuencia de la experiencia, el aprendizaje y la estimulación

sensorial y cognitiva”, pues el alcance de los aprendizajes se logra a partir de esta configuración y reconfiguración neuronal para llevar a cabo los procesos de asimilación e interiorización de conocimientos.

De acuerdo con Ortiz (2015) el estudio de la neuroplasticidad nos permite entender:

“de qué manera interactúan las neuronas, cómo se relacionan, qué acciones de coordinación realizan, cómo se transmite información entre ellas, qué mecanismo emplean para activarse y mediante qué procedimientos se complementan para formar tipos específicos de flujos comunicativos que generan sensaciones, percepciones, emociones, pensamientos, entre otros procesos de la mente” (p. 23)

En este sentido, la presente investigación capta el avance de las neurociencias a la comprensión de las conexiones neuronales, traducido en la mejora de los procesos de aprendizaje por parte de los estudiantes de educación básica.

En este caso, facilitar el conocimiento de la neuroplasticidad en la educación secundaria da cuenta de cómo generar de manera oportuna en los educando un aprendizaje significativo y duradero, visto desde las conexiones neuronales para estimular y optimizar la reconexión y reforzamiento de las redes y uniones entre estas, tomando en cuenta estímulos externos, ambientes positivos y el entorno socio-cultural del sujeto de investigación, con el fin de construir experiencias enriquecedoras en los estudiantes.

## **2. Delimitación**

La neuroplasticidad cerebral es un tema que está presente en las ciencias neuronales o neurociencias y, por supuesto, en el ámbito educativo; estudiar los puentes que unen a estas dos ramas permitirá conocer cómo aprende el cerebro, como estimularlo y que factores pueden influir en la inhibición de aprendizajes; pues tomar como centro de investigación a la neuroplasticidad permitirá crear herramientas e insumos que ayudan a la creación de nuevas redes neuronales para favorecer el

aprendizaje de los estudiantes, por lo que tener en consideración el fundamento teórico que sustenta la creación y configuración de nuevas redes neuronales favorecerá al rendimiento de aprendizajes en los educandos y ampliará el conocimiento acerca de las áreas cerebrales que influyen en el rendimiento académico.

En este sentido, la presente investigación procura buscar nuevas formas de entender cuáles son las maneras más idóneas de aprender tomando en cuenta el conocimiento del cerebro, pues toda habilidad, acción y pensamiento es procesado por este órgano; por lo que la neuroplasticidad cerebral es la base para sustentar las maneras de mejorar el aprendizaje a partir de la reconfiguración neuronal que se dan con las interacciones con el medio y de las informaciones que llegan del exterior para las reestructuraciones entre neuronas ya existentes, pues el cerebro es moldeable y flexible con el aprendizaje que llega de las interacciones con su medio.

Entender de esta forma a la neuroplasticidad, logra explicar las maneras de estimular las redes neuronales que son responsables de todo procesamiento social, cognitivo y emocional de los estudiantes, tomando en cuenta los elementos y factores de su entorno que pueden beneficiar o afectar en el aprendizaje, comprendiendo cuando y porque aprendemos de formas y maneras distintas desde un sentido neuronal.

Es así que, la presente investigación se lleva a cabo en la Escuela Secundaria Federal No. 17 Benemérito de las Américas que se encuentra ubicada en Circuito Juristas 10-H, Ciudad Satélite, 53100 Naucalpan de Juárez, México; dentro de un contexto urbano. Por lo que, se pretende trabajar con los estudiantes de tercer año de educación secundaria con el objetivo de aportar conocimientos al área de la química en la mejora de los aprendizajes, esto encaminado a entender cómo aprende el cerebro y cómo estimularlo para su formación y reforzamiento de conocimientos con las ideas y experiencias que tienen los educandos, visto desde la neuroplasticidad para la conexión y reestructuración cerebral.



### **3. Contextualización**

Los estudiantes de tercer año de la Escuela Secundaria Federal No.17 Benemérito de las Américas se encuentran ubicados en una zona urbana, dentro de unidades habitacionales, por lo que se menciona que las condiciones económicas a las cuales se encuentran los estudiantes son buenas, puesto que un 97% de los estudiantes cuentan con recurso que permiten tener acceso a las sesiones sincrónicas que se originan vía internet, y el 3% tienen dificultades con el acceso a las herramientas tecnológicas.

De esta forma, las nuevas exigencias sociales provocadas por la pandemia del virus SARS-COV-2, ocasionan formas distintas de interactuar entre los docentes y los estudiantes de esa zona en específico, ya que la organización entre los actores que llevan a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje se han visto modificados, siendo esta un hecho que originó una interacción virtual y desde casa; por lo que la organización escolar ha transformado sus prácticas y procedimientos a través de plataformas virtuales que permiten la interacción entre los directivos y docentes de la institución, y por supuesto docentes y estudiantes de la Escuela Secundaria.

De eso se desprende, la organización y trabajo que llevan a cabo los docentes de la Secundaria Benemérito de las Américas, pues cada uno de ellos utiliza herramientas y recurso distintos para efectuar el aprendizaje; por ejemplo, un 65% de los docentes utilizan el programa aprende en casa como apoyo en el trabajo a distancia y al reforzamiento de las sesiones sincrónicas, siendo únicamente socializadas y discutidas; el resto de los maestros, hablando de un 35%, optaron por trabajar con plataformas como classroom, zoom o meet, llevando a cabo sesiones sincrónicas y asincrónicas permitieron socializar los contenidos que les corresponden enseñar.

En tal sentido, los estudiantes se conectan a través de insumos digitales como computadoras o celulares, o en su caso, de televisores para lograr ver el programa de aprende en casa, al mismo tiempo que interactúan con los docentes una ocasión por semana para la socialización de contenidos.

De esta forma, los estudiantes de tercer año, logran desempeñar sus habilidades sociales, cognitivas y sus capacidades de aprendizaje por medio de las

actividades diseñadas por los docentes en las sesiones asincrónicas y en las interacciones efectuadas en plataformas socializadoras; sin embargo, el aprendizaje se ha dejado de lado para dar lugar únicamente a la entrega de actividades, siendo los docentes los que toman el principal protagonismo en las sesiones virtuales.

Bajo esta línea de investigación, se ha demostrado que el 90% de los estudiantes no analizan, reflexionan y cuestionan de forma profunda los contenidos que se les colocan sobre la mesa, pues las respuestas emitidas en actividades se realizan de forma superficial en los contenidos que se trabajan sin interacción o manipulación de materiales, simuladores o plataformas interactivas.

Aunado a esto, el mayor interés que mostraban los grupos de tercer año va encaminado a manipular, interactuar y socializar la información de forma agradable e interesante siendo el ambiente y los estímulos exteriores un factor clave para un mayor atractivo en las clases, lo que quiere decir que interactuar con simuladores, plataformas interactivas y crear situaciones de aprendizaje relacionadas con su contexto, llevó a una mayor interacción entre los sujetos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje; por consiguiente las actividades sin ninguna relación próxima a sus experiencias costaban más trabajo para desempeñarlas.

Destacando a su vez, que los estudiantes de tercer año de la Escuela Secundaria mostraban curiosidad e interés a los contenidos relacionados con su entorno, es decir, a los que se acercaban más a su realidad más cercana, lo que se convierte en un detonante para la investigación de la neuroplasticidad en la educación secundaria, pues esta área de investigación permite mostrar de forma amplia como aprende el cerebro, y qué factores pueden ser los correctos para estimular las zonas cerebrales y generar más conexiones neuronales.

#### **4. Justificación**

Comprender cómo aprende el estudiante es un elemento decisivo para su próxima formación y desenvolvimiento en la sociedad, y por supuesto en el entorno en el cual se encuentra más cercano; es así que, conocer la compleja tarea del aprendizaje desde un sentido humano, posibilita grandes oportunidades en los

espacios educativos destinados a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, esto con el fin de lograr conformar sujetos que piensen, cuestionen y reflexionen sobre los acontecimientos que se encuentran a su alrededor con la posible intención de ir construyendo ciudadanos más críticos y reflexivos, pues “conocer cómo funciona nuestro cerebro es creer en la posibilidad de ser mejores personas, de ser capaces de ser “seres humanos más humanos” (Carminati y Waipan, 2012).

De este modo, saber cómo aprende, posibilita la manera de encontrar herramientas que le son afables a la retención, asimilación y apropiación del conocimiento que se pretende poner a su disposición, de esta forma, estudiar a las neurociencias, y en específico, ligadas a la educación, ayudaran a saber cómo aprende el cerebro, pues toda habilidad social, cognitiva y emocional es elaborada y desarrollada por este órgano. Así pues, concebir a la neuroplasticidad como tema de investigación es adecuado para examinar las maneras más apropiadas para generar nuevas redes y reforzamiento a los circuitos neuronales a partir de los cambios que se generan en el ambiente y de los estímulos del exterior que percibe el cerebro humano.

Al mismo tiempo, proyectar a la neuroplasticidad como punto de partida accede a la readaptación de nuevos ambientes que modifiquen las conexiones y reconexiones neuronales con el entorno sociocultural procedente del estudiante, esto con la intención de mejorar los procesos de aprendizaje en todos los estudiantes y no solo a un grupo reducido, pues en las aulas se atiende a una gran diversidad que procede de distintas experiencias y hechos personales.

Por su parte, la importancia de estudiar a la neuroplasticidad radica en transformar los espacios educativos donde la investigación teórica y práctica aporten datos, hechos y herramientas sobre los beneficios y las dificultades del fundamento neurocientífico que caracteriza a los procedentes educativos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, de tal forma que las y los docentes puedan apoyar sus estrategias de aprendizaje en función de los aportes que realizan las neurociencias a la educación, pues “los educadores, en sus aulas, tienen la apasionante tarea de estar en permanente contacto con cerebros en formación” (Carminati y Waipan, 2012).

De esta forma, el realizar la siguiente investigación desde una metodología cualitativa que se apega a la investigación-acción participativa, lograra aportar datos

para mejorar los escenarios educativos destinados al proceso de enseñanza y aprendizaje bajo la intervención misma, y con ello aportar información fidedigna que sostenga la importancia de estudiar las neurociencias a la luz de las prácticas pedagógicas con el objetivo de mejorar en los docentes los procesos de enseñanza y, en otro caso, en el aprendizaje de los estudiantes de tercer años de educación secundaria, aportando datos sólidos a las y los docentes para repensar sus intervenciones en el aula.

## **5. Preguntas de investigación**

¿Cuál es la relación del funcionamiento cerebral con el aprendizaje? ¿Qué contribuciones tiene la neuroplasticidad en el aprendizaje? ¿Cómo aprenden los estudiantes de educación secundaria? ¿Cómo mejorar el aprendizaje de los estudiantes de tercer año de educación secundaria? ¿Cómo favorecer la conexión de nuevas redes neuronales y reconfiguración de las ya existentes?

## **6. Supuestos hipotéticos**

- Las experiencias previas y los conocimientos nuevos ligados a la realidad intervienen en la reconfiguración neuronal.
- El aprendizaje de los estudiantes depende del contexto sociocultural en donde se desarrollan
- El ambiente y los estímulos del exterior influyen en las conexiones y reconfiguraciones neuronales.
- El cerebro se encuentra en constantes modificaciones en respuesta a la experiencia y cambios con su ambiente

## **7. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Favorecer el aprendizaje de los estudiantes de tercer año de educación secundaria a través del fomento de la neuroplasticidad en el área de la química

### **Objetivos Particulares**

- Explicar la configuración neuronal de los estudiantes de educación secundaria por medio de sus experiencias previas e ideas nuevas
- Identificar actividades didácticas que permiten reforzar las conexiones neuronales durante el aprendizaje de la química con los estudiantes de tercer grado de educación secundaria
- Interpretar los resultados de las actividades didácticas implementadas que favorecen las conexiones neuronales para el aprendizaje de los contenidos de la química en la educación secundaria

# **Capítulo II.**

## **Marco teórico**

## Capítulo II. Marco teórico

La comprensión del cerebro como órgano responsable de toda acción y pensamiento humano es una tarea invaluable para el avance de la ciencia y otras disciplinas que se derivan de la investigación de esta.

El conocer y profundizar sobre la única y compleja estructura del cerebro, permite entender a detalle dos elementos sustanciales en el estudio del procesador humano: el primero de ellos, es la cualidad del cambio que este presenta al recibir un estímulo del exterior, y cómo a partir de esa modificación se genera un reforzamiento, una poda sináptica (hablando en términos neuronales) o un cambio aparente en el cableado cerebral.

El segundo elemento que se describe es referido a la activación de zonas cerebrales, debido a tareas propias y específicas que desempeña el ser humano, como muestra de elementos tan sencillos e inconscientes como la respiración a situaciones más complejas como el pensamiento, lo que hace posible el uso periódico del cerebro.

Estos dos elementos fundamentales para comprender la estructura del cerebro humano (sin dejar a un lado la gran variedad de estudios y elementos que elabora la ciencia en este campo del conocimiento aplicado a disciplinas tan multifacéticas) accede al estudio, y a sus aplicaciones para penetrar con mayor facilidad el aprendizaje sobre el análisis y las cualidades que posee el cerebro humano para las mejoras en favor a los avances de las diversas disciplinas que emergen de la indagación del procesador humano.

Por esta razón, el siguiente apartado brinda una descripción detallada de la estructura y comunicación neuronal, así como de los procesos cognitivos que permiten explicar cómo el cerebro asimila la información de su medio, partiendo de la sensación a la imaginación; integrando a su vez, algunos elementos que logran describir el comportamiento del adolescente desde las bases neuronales como de los insumos que ayudan a la atención y la memoria a trabajar con éxito en los sistemas escolares.

Finalmente, se presentan las características del aprendizaje analizadas desde el estudio de la neurobiología, mencionando el rol que tienen las emociones en la modulación del aprendizaje y culminando con el apartado de la neuroplasticidad.

## **A. El cerebro y las conexiones neuronales**

La razón indiscutible del aprendizaje como método para asimilar información de afuera hacia adentro y viceversa, posibilita un estudio detallado del cerebro, sus características, estructura y su excepcional funcionamiento en pro de los estímulos medioambientales y socioculturales emergentes de su contexto.

La recepción de estímulos que el ser humano procesa a lo largo de su vida, trae consecuencias en la estructura cerebral, es decir, se modifica la estructura interna del cerebro debido a factores socio-culturales que se presentan desde edades tempranas. Es cierto que desde el nacimiento el hombre y la mujer son dotados de estructuras cerebrales definidas que los permite conocer y explorar el mundo en el que están rodeados; sin embargo, cabe subrayar que estos primeros estímulos se ven reforzados interna y externamente como resultado de las actividades que desempeña el ser humano, y por supuesto, del cerebro.

De este modo, la actividad cerebral que produce la personalidad misma del ser humano, y las funciones ejecutivas producto de los procesos cognitivos, se ven marcadas por el medio externo, mediado por factores sociales y estimulantes que aumentan las conexiones sinápticas responsables de toda acción, pensamiento, y por consiguiente, del aprendizaje.

Es así que, el aprendizaje, producto de las incontables sinapsis que se establecen entre las neuronas (células responsables de los impulsos nerviosos, y de la actividad humana), se enlazan para fortalecer e instaurar la comprensión y asimilación del conocimiento que el ser humano pone en práctica durante su trayecto de vida.

Fuster, como se citó en Chilibringa (2019), define a la red neuronal como un conjunto de neuronas conectadas entre sí, fundamento de todo el conocimiento y de toda memoria; en tal sentido, las conexiones o redes neuronales, base del cerebro y del aprendizaje, se vinculan, de tal manera que generan aquellos procesos cognitivos que el ser humano expone en su andar cotidiano.

En este sentido, los conceptos como neuroplasticidad, redes detríticas, sinapsis, neurotransmisores entre otros, ayudan a conocer e interpretar el aprendizaje



que genera el ser humano desde la parte cerebral, a fin de percatarse del impacto que tiene este último en la adquisición de nuevos conocimientos y de los estímulos provenientes de su exterior, no obstante, es importante subrayar la existencia de las causas que presenta el cerebro al inhibir los estímulos o la información de su medio, es decir, que es lo que sucede cuando el cerebro no presta la atención necesaria para procesar la información del ambiente.

## **B. Fisiología cerebral**

Como se mencionaba con anterioridad, las redes neuronales son aquellos conjuntos de neuronas que se conectan entre sí para dar lugar al ejercicio sensorial y cognitivo del ser humano en su plena práctica cotidiana, en este sentido es necesario remitirse a las bases que sustentan estas conexiones neuronales para explicar a detalle el aprendizaje.

En este contexto, Klein (2002), como se citó en Aguilar (2010), define al aprendizaje como el cambio relativamente permanente en la capacidad de realizar una conducta específica como consecuencia de la experiencia, de eso se desprende el hecho de su capacidad y funcionamiento de las células cerebrales en la ejecución de las actividades cotidianas.

De este modo, se logra destacar a la neurona como el fundamento neurobiológico del comportamiento humano, en otras palabras, como el responsable de las actividades sensoriales y cognitivas que ejecuta el individuo en su quehacer cotidiano.

Por ello, es preciso mencionar que las células responsables y especializadas del sistema nervioso, y por supuesto del acto humano es la neurona; en tal sentido, la neurona se encarga de producir, recibir y transmitir los impulsos nerviosos que generan las actividades celulares que desempeña el cerebro para el buen funcionamiento humano.

De eso se desprende el hecho de que estas células por su gran habilidad de conducir, producir y transmitir los impulsos nerviosos, cuentan con una estructura y morfología especializada que conforma y da pie a los estímulos provenientes de su

exterior para codificar y llevar a cabo el comportamiento y aprendizaje; por lo tanto, se hace notable la estructura que integra las neuronas, mencionando de esta manera, las partes que la conforman, como lo son: el axón, las dendritas, el soma, los botones terminales o terminal sináptica.

Para Ramírez y Arreguín (2013), la estructura que poseen la mayoría de las neuronas son las siguientes<sup>1</sup>:

- Soma. Es el cuerpo celular y contiene el núcleo, así como el material genético necesario que facilita los procesos vitales de la célula
- Dendritas. Son ramificaciones que se extienden desde el soma de la neurona y que le permiten ampliar su campo de acción para comunicarse con otras neuronas
- Axón. Es un cilindro largo, por el que se transmite el impulso nervioso o potencial de acción desde el soma hasta los botones terminales de las neuronas, generalmente se encuentra recubierto por una vaina de mielina que tiene una función aislante para facilitar la trasmisión del impulso nervioso
- Botones terminales o terminal sináptica. Es la parte final del axón conocida como presinapsis, en cuyas vesículas se almacenan y liberan los neurotransmisores indispensables para la comunicación interneuronal.

En tal sentido, se demuestra que el sistema nervioso tiene un componente biológico que es el responsable de las actividades sensoriales, motoras y cognitivas, y que esté a su vez está compuesto de una morfología especializada de conducir, producir y transmitir los impulsos nerviosos que cumplen con el papel primordial de procesar, ejecutar y manifestar una acción determinada como fruto de las sinapsis y las conexiones que se establecieron durante el trayecto personal del ser humano.

No obstante, es preciso mencionar el comportamiento que desempeñan la morfología celular que demuestra el sistema nervioso para llevar a cabo el ejercicio individual; en tal efecto se destaca como parte de la conformación morfológica

---

<sup>1</sup> Véase anexo 1, imagen 1, donde se aprecia la morfología de las neuronas

neuronal a las dendritas como las ramas que comunican a las neuronas, y que este corresponde al canal de entrada de toda información, para que posteriormente se transformen y codifiquen los datos e impulsos eléctricos, por lo que, las dendritas reciben las señales de otras neuronas para procesar la información de su medio; es así que el soma o cuerpo celular de la neurona es el órgano responsable de procesar y asimilar esta información.

Así pues, los datos que codifica la neurona durante su paso en el cuerpo celular, salen por medio del axón que es dirigido a otras neuronas para cumplir con el envío y recepción de la información, por lo que el axón corresponde al canal de salida de la información recopilada por la neurona.

Sin embargo, para que se dé la comunicación entre esta morfología neuronal, es necesario señalar que los botones terminales que se localizan al término del axón, no se tocan, de tal forma que la comunicación entre las neuronas sucede en una pequeña abertura que posibilita la transmisión de impulsos eléctricos y químicos que se liberan por la recepción de información que proviene de la célula neuronal anterior.

De esta forma, la información codificada que se difunde a través del axón, llega a la sinapsis y subsecuentemente a las dendritas de la neurona siguiente para continuar con el ciclo de transmisión de los impulsos eléctricos y químicos, por lo que cada neurona puede recibir mensajes de cientos o miles de neuronas.

Por esta razón, se logra definir a la sinapsis como la interconexión entre neuronas que se genera sobre una pequeña abertura que posibilita la comunicación entre los botones terminales y las dendritas de la neurona siguiente, es decir, en el contacto neuronal.

En resumen, los impulsos nerviosos que son generados y codificados por la célula biológica responsable de la compleja actividad humana, van a ser transmitidos de una neurona a otra, de modo que, van conformando circuitos y conexiones entre estas para efectuar un sistema que el ser humano es capaz de desarrollar, en otras palabras, en acciones que solo la experiencia es apta para moldear y responder a las demandas que el ser humano solicite, generando o cambiando constantemente las conexiones sinápticas que se originan en la estructura cerebral.

## 1. Sinapsis

La fisiología neuronal constituida principalmente por las dendritas, el soma, el axón y los botones terminales o terminales sinápticas, son el punto clave para la generación de circuitos ampliamente complejos que conforman y sustentan la base biológica del cerebro humano, de esta forma la comunicación y el vínculo que se establece entre una neurona y otra se debe a la capacidad de los impulsos eléctricos y químicos que se efectúan entre ese espacio neuronal, es decir, en la sinapsis, responsable de la comunicación celular.

Estos contactos, que van a permitir que el impulso nervioso sea transmitido de una neurona a otra con eficacia se llaman sinapsis (Martínez 2012), de este modo, la compleja actividad neuronal, tiene efecto en las tareas que elabora el ser humano, consecuencia de los estímulos y experiencias previas, lo que resulta del éxito de la transmisión y comunicación de las sinapsis para ocasionar determinada acción.

De acuerdo con Carlson (2006) como se citó en Ramírez (s.f.) los componentes de la sinapsis son los siguientes: membrana presináptica, membrana postsináptica, espacio sináptico y la vesícula sináptica; en dichos componentes se establece la comunicación que se efectúan entre las neuronas. Por un lado, se encuentran las membranas pre y postsinápticas, las presinápticas se localizan en los botones terminales, mientras que las postsinápticas se encuentran al frente del botón terminal para recibir el mensaje; así el espacio sináptico es el que se establece entre la membrana pre y postsináptica<sup>2</sup>.

Por otra parte, dentro de los botones terminales se encuentran las vesículas sinápticas, de las cuales se caracterizan por ser los contenedores de las moléculas químicas especializadas de transmitir los impulsos bioquímicos, puesto que en estas se encuentran unas partículas llamadas neurotransmisores.

Es así que, cuando determinados impulsos eléctricos y químicos pasan a través de una serie de neuronas para dar lugar a la comunicación neuronal (sinapsis), procedente de los botones terminales presinápticos, estas señales que han pasado varias veces por las sinapsis, quedan sensibilizadas, de tal forma que aun después sin

---

<sup>2</sup> Véase anexo 1, imagen 2, donde se muestran los componentes de las sinapsis

el estímulo recibido pueden surgir de forma automática en el cerebro los impulsos neuronales, dando pie a la memoria de largo plazo.

Cabe señalar que las sinapsis a su vez se clasifican en tres tipos de acuerdo a las zonas o puntos de interacción que tienen estos, recordando que las sinapsis son las comunicaciones a nivel cerebral que se originan para propiciar las actividades sensoriales y cognitivas, en otras palabras, estas interacciones son de tres tipos y son las más comunes entre los mensajes que efectúan las neuronas:

- Axón-dendrítica. Está interacción se lleva a cabo entre el botón terminal y la dendrita de la neurona siguiente
- Axón-somática. Se manifiesta entre el botón terminal con el cuerpo somático de la neurona consecuente
- Axón-axónica. Interacción entre los botones presinápticos y el axón de la siguiente neurona

Como se mencionaba con anterioridad, los impulsos neuronales pasan a través de una serie de vías (fisiología neuronal) que ayudan a transmitir los mensajes que la célula biológica recibe de su medio a través de los impulsos eléctricos y químicos, que a su vez pueden ser estimulados por factores químicos que las neuronas segregan para enriquecer o inhibir una actividad, de esta forma se habla de neurotransmisores como un método de comunicación neuronal que se origina entre los botones terminales y las dendritas de la neurona siguiente, o en su caso, en cualquier terminación neuronal que realice los mensajes.

En tal sentido, el impulso nervioso que es llevado a través de cada una de las neuronas para desencadenar una serie de circuitos que conforman estas redes, logran emitir mensajes bioquímicos que coadyuvan en gran medida en el traslado de la información que el cerebro capta de su medio para tener una respuesta mayor o menormente favorable, pues estos impulsos tienen el propósito de propagar y trasladar la información a través de la sinapsis con facilidad.

## 2. Neurotransmisores

Los mensajes que transmiten las neuronas para dar lugar a la compleja actividad humana pueden ser de carácter bioquímico, es decir, las neuronas segregan moléculas que son responsables de comunicar la actividad celular; estas moléculas se encuentran en los botones terminales en forma de contenedores, que al recibir el estímulo son enviados a la neurona siguiente para favorecer o inhibir la actividad humana.

En palabras de Bulit, cómo se citó en Glejzer (2017) los neurotransmisores son pequeñas sustancias químicas responsables de transmitir la información de una neurona a la siguiente, de tal manera que, el potencial de acción que los impulsos neuronales desencadenan en la fisiología neuronal, es decir, en las dendritas, el cuerpo celular y los axones, son recibidos y transmitidos a las membranas presinápticas (de las cuales se incluyen las vesículas sinápticas, responsables de contener los neurotransmisores) liberando las sustancias químicas cerebrales en la brecha donde se origina la sinapsis para después pasar a la neurona siguiente.

Sin embargo, las interacciones bioquímicas que tienen lugar en las membranas pre y postsináptica son específicas, es decir, que la recepción de estas moléculas tienen un destinatario concreto, pues de acuerdo con Ramírez (s.f.) y Bulit (2017) esta interacción es al estilo “llave-cerradura”, lo que se traduce como el acoplamiento de un neurotransmisor a un receptor propio, dando lugar a la comunicación neuronal, activando o inhibiendo el potencial de acción o él envió del mensaje dependiendo del estímulo del medio.

Por lo tanto, es preciso agregar que existen más de 50 neurotransmisores responsables en la comunicación neuronal, pero los más destacados en el proceso de aprendizaje de acuerdo con Bulit (2017); Ibarrola (2014); Carminatti (2012) son los siguientes:

- Acetilcolina. Participa en los procesos de la memoria, regula la capacidad de retener información, almacenarla y recuperarla; los bajos niveles de este neurotransmisor ocasionan la pérdida de memoria, de concentración y de aprendizaje.

- Dopamina. Interviene en la búsqueda de placer, el deseo sexual y las emociones, así como en el estado de alerta; problemas con su síntesis y su liberación provoca desmotivación y/o depresión.
- Noradrenalina. Contribuye con la atención, el aprendizaje, la sociabilidad y a la sensibilidad frente a las señales emocionales, pues altos niveles en su liberación dan facilidad emocional a la memoria, y al estado de vigilia.
- Serotonina. Participa en la modulación de los estados de ánimo y en las emociones, es el principal modulador del sueño. Los niveles bajos de este neurotransmisor originan hiperactividad, agresividad, impulsividad, fluctuaciones del humor, irritabilidad, ansiedad, insomnio, depresión, migrañas y bulimia.
- GABA o ácido gamma-aminobutírico. Permite mantener los sistemas bajo control; interviene en la relajación, y su ausencia se asocia con falta de sueño y ansiedad.
- Adrenalina. Nos permite reaccionar ante las situaciones de estrés. Las tasas elevadas de adrenalina en sangre conducen a la fatiga, a la falta de atención, al insomnio y a la ansiedad.

Por esta razón, la importancia de los neurotransmisores como reguladores de los mensajes celulares radica en los comportamientos que el ser humano ejecuta para desenvolverse en su medio más cercado, y con ello facilitar los impulsos neuronales que ayudaran a moldear las redes que se desprende de esta máquina biológica.

### **C. Cerebro dinámico**

El ser humano es caracterizado como un todo, en el sentido de ser un sujeto complejo que maneja y manipula las condiciones de su entorno para desenvolver y expresar habilidades, destrezas y actitudes que se ven reflejadas en las actividades que ejecuta en su cotidianidad, de este modo es conveniente considerar que, en el ejercicio pleno de su quehacer como sujeto pensante, este lleva todo un engranaje que es conformado y consolidado durante todas sus etapas de desarrollo.

En este sentido, el desarrollo humano es comprendido desde la primera infancia a la vejez, pasando por una serie de cambios físicos y psicológicos que edifican la formación cerebral, considerando las primeras como formadoras del cerebro y las últimas como la posible maduración de esta, por lo que tendrán lugar en los cambios y comportamientos que efectúa el ser humano.

Es así que, estas etapas del desarrollo se ven involucradas en los procesos que ejecuta el individuo para su óptimo desempeño en sus actividades, por lo que, cobran importancia en el sentido de la conformación y construcción de personalidades, habilidades y pensamientos que manifiesta, es decir, lleva todo un procesamiento que es elaborado en el cerebro para destruir y reconstruir todas estas acciones que lo hacen característico de su etapa.

De esta forma, es preciso subrayar que el cerebro como órgano biológico (responsable de las tareas que desempeña el ser humano), no ha llegado a su completa madurez durante las primeras etapas, ya que hay una constante modificación y refuerzo entre sus conexiones neuronales que permiten adaptarse y apropiarse a las condiciones ambientales de forma gradual, destrozando la creencia de que el cerebro se ve completado durante el término de la niñez, cuando este sigue fiel a las modificaciones que efectúa por parte de su contexto.

Por lo tanto, el cerebro es considerado como un constructor de aprendizajes, habilidades y recuerdos que edifican todo un entendimiento en la comprensión del ser humano desde las conductas a los procesos cognitivos que ejerce en determinadas tareas, por lo que hacerle tributo, ayuda a asimilar ciertos comportamientos que lo hacen característico en los distintos periodos del desarrollo, y por supuesto a su increíble habilidad de adaptarse a las condiciones de su entorno.

Bajo esta lógica, el cerebro no es un ente estático e inmóvil que termina de desarrollarse en las primeras etapas del desarrollo humano, sino al contrario, es una máquina biológica capaz de modificar y alterar las conexiones que establece el cerebro en sus instancias de aprendizaje, siendo flexible, moldeable y adaptable a los estímulos enriquecedores que proviene de su entorno.

Por ello, el cerebro no termina de madurar ante una etapa del desarrollo humano concreta, sino que este se ve alterado por las condiciones nuevas que se



presenten en su contexto, siendo dinámico y maleable para el establecimiento de nuevas conexiones neuronales o en su debido caso, del reforzamiento de las ya existentes; no obstante, se observa un incremento considerable en la capacidad de realizar más conexiones a nivel neuronal y en el recableado entre estas para afianzar una mayor estimulación en dichas etapas, como en el caso del logro en los aprendizajes, comprendiendo como periodo crítico a la capacidad de adquirir nuevos conocimientos y habilidades en un lapso de la vida indistinto, ya que no se limita a un periodo en específico, puesto que en cualquier etapa del desarrollo se alcanza a aprender, como en la situación de la educación para adultos.

Es así que, considerando que en las etapas iniciales se alcanza un incremento y comienzo en el desarrollo neuronal, en la adolescencia y adultez también habrá un aumento y establecimiento entre las conexiones, pues como lo menciona Chiliquinga y Masaquiza (2019) en la primera infancia la velocidad de aprendizaje es mayor, debido a que está periodo del desarrollo humano se ve favorecido por la habilidad de cuestionarse por el mundo en el que se rodean, adquiriendo nuevos conocimiento, y desarrollando de este modo el 95% de sus conexiones sinápticas, por lo que serán críticas para la formación del cableado neuronal y la eliminación de estas durante el crecimiento del ser humano, aunque no se debe de olvidar que en cualquier periodo se puede aprender, favoreciendo las conexiones ya existentes.

#### **D. El cerebro adolescente**

La adolescencia, periodo del desarrollo humano que se caracteriza por la gran capacidad de tomar decisiones arriesgadas y generar de manera espontánea respuestas emocionales ante los estímulos que tienen lugar el medio en donde se desenvuelven, ha desembocado una gran vertiente que ayuda a comprender el por qué son tan diferentes de los adultos y de los niños que solían ser (Feinstein, 2016); está claro que este periodo comprendido del ser humano es una etapa transitoria que se culmina con la posible maduración cerebral y su reestructuración, sin embargo, esa plasticidad no concluye con el término de la infancia, ya que en este periodo se ven involucrados grandes cambios a niveles físicos y psicológicos, lo que se traduce como

cambios a nivel neurológico entre sus conexiones sinápticas, abriendo una puerta para entender y estudiar estas modificaciones que están presentes en esta etapa del desarrollo humano.

De este modo, los períodos a los cuales transita el ser humano no se limitan a unas simples fases en donde se llevan a cabo situaciones específicas, sino que tiene toda una sistematización que es responsable de los comportamientos y procesos cognitivos, es decir, cada etapa del desarrollo se caracteriza por las acciones y actividades que se desempeñan y se ejecutan a nivel neuronal, elaborando nuevas o posibles modificaciones, así como un incremento entre su comunicación y transmisión (mielinización).

Papalia (2007) menciona que el paso de la niñez a la adultez no se distingue por un único suceso, sino por un largo periodo conocido como adolescencia, una transición del desarrollo que implica cambios físicos, cognoscitivos, emocionales y sociales, siendo esta un estadio en donde se ve evidenciado un cambio significativo en el ser humano, existiendo un sujeto distinto al que solía ser y al que está por convertirse.

Es así como, al concluir la niñez se espera que el cerebro este desarrollado en su totalidad, sin embargo, este aún sigue en crecimiento, lo que daría respuesta a múltiples vertientes que expliquen el comportamiento adolescente en esta etapa del desarrollo; una de ella es la teoría de “lo que no se usa se pierde”, descrita por Feinstein (2016), en donde menciona que en la adolescencia ocurren aún, dos sucesos sorprendentes a nivel neuronal, el primero de ellos ligado a la sobreproducción de dendritas y sinapsis, y la segunda a la poda sináptica o eliminación neuronal donde se da al terminar de la sobreproducción neuronal.

En ese mismo contexto, el cerebro adolescente se ve implicado aún en estos procesos de sobreproducción y eliminación sináptica, lo que se estima que, de acuerdo con su actividad, ya sea para verse implicado en prácticas o ejercicios cotidianos, estas se irán fortaleciendo o podando, provocando lo que se conoce como plasticidad neuronal. Esta sobreproducción de dendritas y sinapsis que se generan en esta etapa, se ven involucrados en los cambios anatómicos que se suscitan en el cerebro humano, por lo que se logra destacar que este cambio entre las conexiones poco utilizadas, se

perderá para siempre por su nulo uso, lo que se logra menciona como una poda neuronal entre las redes que entretienen las comunicaciones, por ejemplo, cuando no se logra realizar alguna actividad específica durante la adolescencia, estas terminaran por debilitarse y eliminarse posteriormente (Feinstein, 2016).

Aunado a esto, entre la adolescencia media y tardía, las conexiones neuronales difieren en su grado de conectividad y la cantidad que establecen, debido a la poda sináptica o, a las eliminaciones neuronales que se tiene durante este periodo, reforzando y unificando las comunicaciones que se instauran en estas células, aumento de este modo el procesamiento cognoscitivo a lo largo de esta etapa de desarrollo (Kuhn, 2006 como se citó en Papalia, 2007).

Otro fenómeno dentro del periodo de la adolescencia es el que presenta Broche y Cruz (2014), y Pease (2015) en donde caracterizan a esta etapa como una situación de desequilibrio entre la toma de decisiones y la parte emocional, dando un panorama a la búsqueda de conductas arriesgadas que toman los adolescentes. En tal sentido, se describe un desbalance en el sistema de control cognitivo y el sistema socioemocional, planteándose un “modelo del sistema dual”.

Este modelo, sitúa a estos dos componentes con grados de desarrollo distintos, en el cual el desarrollo de control cognitivo no ha alcanzado la completa maduración para desempeñar un sistema racional, en cambio, el sistema socioemocional ha perfeccionado su crecimiento durante este periodo, logrando destacar conductas arriesgadas asociadas a las emociones, lo que se acentúa a respuestas de carácter impulsivo y emocional. En otras palabras, los adolescentes se caracterizan por presentar un nivel ampliamente emocional, en donde sus conductas están ligadas a los estímulos positivos o negativos que se exponen en su medio.

## **1. De los procesos cognitivos de los adolescentes**

La adolescencia es un punto de encuentro entre las etapas del desarrollo humano, principalmente de la infancia y de la adultez, que se distingue por las increíbles facultades que se llevan a cabo durante la transición de este periodo, por lo que, lo hace diferente de las otras etapas en cuanto a la forma abstracta de pensar,

hablar y actuar ante ciertos factores ambientales, provocando un momento crucial y de gran trascendencia en el crecimiento y establecimiento del cerebro.

En tal sentido, los procesos que son elaborados internamente por el ser humano para dar respuestas a los estímulos provenientes de su contexto, son codificados e interiorizados en el sistema biológico, es decir, en el cerebro, de tal manera que todas las capacidades y atributos personales que trae consigo el individuo, tienen lugar en sus capacidades cognitivas, permitiendo transformar, almacenar y producir una respuesta dada por su ambiente.

La cognición, proceso que se entiende como la capacidad del ser humano para interpretar y organizar el mundo en el cual está inmerso, a partir de múltiples elementos que ayudan a integrar y procesar la información como la percepción, la sensación, atención, memoria, entre otros, es una pieza clave para comprender y entender las razones principales del aprendizaje del ser humano, puesto que su fundamentación radica en la recepción, codificación e interpretación de datos que dispone el medio.

Desde la postura de Ortiz (2015):

La cognición es el conjunto de procesos mentales que tienen lugar entre la recepción de estímulos y la respuesta a estos, son las funciones complejas que operan sobre las representaciones perceptivas o recobradas de la memoria, es decir, las estructuras mentales organizadoras que influyen en la interpretación de la información, influyendo en la configuración con la que se fija y evoca la información en la memoria determinando en alguna medida la respuesta conductual humana. (p. 68)

La información que recibe el ser humano y que forma parte de sus estructuras mentales debido a la constante reafirmación de conocimientos o habilidades, tiene toda una elaboración que es comprendida desde las neurociencias cognitivas, es decir, los conocimientos y aprendizajes que genera el individuo se debe a la conformación de conexiones sinápticas fabricada en el cerebro humano, a consecuencia de los procesos cognitivos que determinan la correcta y eficiente capacidad de interiorizar la información de su medio.

De eso se desprende, el hecho de estimar que el órgano biológico (cerebro) tiene una gran responsabilidad al incorporar y procesar los datos del medio exterior, de tal forma que concrete la nueva información con la existente, organizándose para que forme parte de las conexiones neuronales; sin embargo, para llevar a cabo el ingreso de la información es indispensable que el cerebro haga uso de los procesos que coadyuvan a la asimilación y reestructuración entre los mensajes que ejecutan las neuronas para la conformación de circuitos y redes neuronales, por lo que lo lleva a una reconfiguración, un cambio y una modificación entre la arquitectura cerebral.

De tal forma, que dichos procesos tienen una gran oportunidad a la hora de establecer, conformar y ejercer circuitos de comunicación neuronal, adaptando al cerebro a los cambios susceptibles que involucra su contexto social y cultural, lo que se logra traducir en aprendizajes significativos que tendrán lugar en las habilidades e intelectos manifestados por el sujeto.

Es así como, los procesos cognitivos interpretados y almacenados por el órgano biológico, lleva consigo una serie de etapas que, de acuerdo con Ortiz (2015) describen los momentos del procesamiento de la información que el medio dispone y el ser humano codifica, logrando clasificarlos en procesos cognitivos simples o básicos, y procesos cognitivos complejos o superiores.

Por un lado, en los procesos cognitivos básicos, se ven involucrados los procesos sensoriales y representativos; los primeros incluyen a la sensación, la percepción, la atención y la concentración, mientras que la segunda comprende a la memoria y a la imaginación, siendo estos, las bases para la conformación y procesamiento de la información que viene del exterior. Por otra parte, los procesos cognitivos complejos o superiores que implican los procesos racionales como el pensamiento, el lenguaje, la inteligencia y la creatividad, se manifiestan a partir de la incorporación de la información de los procesos simples o básicos, logrando la integración de los datos presentados y su expresión al medio.

De este modo, la información recopilada por la memoria requiere de instrumentos básicos que ayuden a construir y reconstruir los enchufes que tienen lugar en el cerebro, por tal motivo, estos “instrumentos básicos” intervienen en la configuración y esclarecimiento de las acciones racionales que participan en las

actividades que ejecuta el ser humano de manera consciente en la mayoría de las ocasiones, por lo que su importancia radica en disponer de las herramientas necesarias para mejorar las capacidades perceptivas, sensoriales, memorísticas y de procesos que involucren la atención para afinar la incorporación de aprendizajes.

Aunado a esto, se recupera la idea de que estos procesos cognitivos, ya sean básicos o superiores, están mediados por procesos afectivos y motivacionales-emocionales, logrando destacar que las emociones positivas y negativas, la novedad y la sorpresa, repercuten en la integración y almacenamiento de la información, en otras palabras, en la conexión de circuitos de comunicación neuronal.

### **a. Sensación**

El papel que juega el ser humano en la primera infancia es de gran importancia al aportar el reconocimiento contextual y social que necesita para comprender e interactuar constantemente con el mundo en el cual está sumergido, en este sentido, el estudio del proceso sensorial como receptor inmediato de los estímulos provenientes del ambiente, influye al producir una interpretación interna y externa del mundo desde sus más complejas aristas, lo que se logra a partir de la recogida de datos que los sentidos obtienen de su entorno.

Es así que, el proceso sensorial tiene una gran incidencia en el momento de transformar el conocimiento del mundo, ya que este es el primer punto de encuentro entre la información exterior y el cerebro, por lo que “la sensación nos da una imagen subjetiva del mundo objetivo” (Ortiz, 2015 p.72), integrando el primer momento de interacción objetiva del mundo a la mente del ser humano, logrando adquirirla y transformarla para ser adaptada a los cambios que sufre el ser humano en cuanto a sus características propias, alcanzando un puente de comunicación entre el objeto de estudio o conocimiento y el ser humano.

Por lo que los órganos sensoriales (tacto, vista, olfato, gusto y audición) dan una interpretación del mundo real, es decir, de un mundo objetivo que explica los comportamientos, dinámicas y causas del contexto del individuo que son manifestados por sus prácticas cotidianas, vislumbrando que los órganos sensoriales proporcionan

una información específica del objeto de estudio, como el caso de los datos que nos brinda las expresiones corporales y faciales de una persona, logrando escucharla, visualizarla, olfatear, etc., permitiendo interactuar y analizar al otro.

Cabe destacar, que el sistema sensorial que brinda sentido y organización a la información que recibe el cerebro del exterior, depende particularmente de la adquisición y asimilación del conocimiento de cada ser humano, por lo que cada individuo adapta e interpreta la información sensorial de forma completamente diferente, entendiendo que el cerebro de cada ser pensante difiere en la capacidad de procesar la información sensorial a los circuitos de comunicación entre las células biológicas.

## **b. Percepción**

El proceso perceptivo es comprendido como la organización, interpretación y asimilación de los estímulos sensoriales que el ser humano recibe de su medio más próximo, por tal motivo la función cerebral en este modelo perceptivo tiene una gran influencia al momento de afinar la interpretación del mundo objetivo que recibe de los estímulos sensoriales, ya que de estos se desprende la reconfiguración de la estructura cerebral, en el sentido de los cambios que produce la actividad neuronal y la explicación que emiten los estímulos sensoriales.

En otras palabras, Ortiz (2009) define a la percepción como “aquel proceso mediante el cual el cerebro es capaz de analizar, integrar, reconocer y dar significado a los estímulos sensoriales”, de tal forma que se caracteriza por la interpretación de los sentidos humanos, dándole significado al mundo externo a partir de las ideas previas que fueron preconcebidas durante su desarrollo.

Bajo esta línea, la recepción e interpretación de los sentidos humanos en el cerebro permite crear una imagen sobre el mundo en el cual se está inmerso, por lo cual la sensación y la percepción son dos aspectos relacionados que se entrelazan entre sí para conformar e interiorizar los datos que brinda el contexto social y cultural, de esta forma se habla de sensopercepción, idea que explica cómo el cerebro procesa la información que ofrecen los sentidos.

Estas dos ideas que se relacionan estrechamente para dar lugar a la interpretación de la información, necesitan de variables que, de acuerdo con Alper (2008) como se citó en Ortiz (2015), son indispensables para que cada ser humano descifre la información de la realidad, estas variables que intervienen en el procesamiento de la información incluyen “la naturaleza física de los órganos sensoriales de un organismo, la naturaleza física de su procesador (cerebro), y el contenido de sus experiencias vitales”.

De tal forma que, cada individuo recibe información de su medio, sin embargo la procesa de manera completamente diferente, debido a que no cuenta con las mismas experiencias, ni mucho menos con el mismo cerebro, dicho de otro modo, las experiencias que crean los seres humanos para dar respuesta a las interpretaciones y explicaciones de su entorno, se debe a cómo el cerebro procesa la información de su medio, por lo que estará mediado por las influencias pasadas que caracterizan de forma única y propia al individuo.

Asimismo, el proceso sensorio-perceptivo que busca una lectura de la realidad existente del sujeto, es una herramienta que cambia constantemente con la información que viene del exterior, de tal forma que va integrando entre las conexiones neuronales, nuevos datos que ayudan a la apropiación de hechos que transcurren en sus prácticas cotidianas, reconociendo objetos, palabras, figuras, colores, texturas, olores, entre otros, que repercutirán en la comunicación neuronal debido a la integración de la nueva información con la ya existente, logrando permanecer dentro de los esquemas mentales del individuo.

### **c. Atención**

La atención, proceso cognitivo que se ve involucrado en el enfoque y cuidado del objeto de estudio que el ser humano pretende analizar y dar respuesta a su entendimiento, es un instrumento que examina cada una de las partes de las situaciones objetivas del contexto y que, se ven afectadas por los intereses y necesidades personales del individuo, dando de esta forma el reforzamiento de su comprensión o en su debido caso, la generación de un recién aprendizaje dentro de



los esquemas mentales del ser humano, por lo tanto es un factor que integra y construye la capacidad cerebral, en el sentido de originar nuevos circuitos de conexión celular o el reforzamiento de estos.

En este sentido, Ortiz (2015) menciona que la atención es la “capacidad de seleccionar la información sensorial y dirigir los procesos mentales”, de modo que los estímulos ambientales que son percibidos por los sentidos humanos, tienen gran influencia en la selección de los datos que proporciona el contexto, por lo que la atención dependerá de los estímulos ambientales novedosos y emocionalmente estable, adaptados a las exigencias y necesidades del ser humano.

De eso se desprende, la idea de que la atención es un proceso que moldea y modifica el cerebro, de tal forma que es un estímulo que altera las comunicaciones neuronales al prestar su mira hacia determinados procesos, hechos o acontecimientos que se originan en su contexto, por lo que es un aspecto relevante en la retención y apropiación de nuevos contenidos.

Desde este punto, la atención como método humano para prestar interés a un estímulo determinado, viene acompañado de las experiencias personales de cada ser vivo, en el sentido que es comprendido como una habilidad que altera las conexiones fisiológicas del cerebro al permitir pasar la información del ambiente a las regiones celulares del cerebro, cambiando la estructura y funcionamiento neuronal.

Es así como Ortiz (2009) señala desde un enfoque neuropsicológico, que la atención difiere desde los procesos operativos que van concretándose eventualmente durante el desarrollo humano, la maduración cerebral a la complejidad de los estímulos, por lo que se destacan diferentes formas de atención de acuerdo al desarrollo personal:

- Atención focalizada. Primer proceso de atención que se obtiene en el desarrollo madurativo, por lo tanto, dirige la información hacia una sola fuente que suele ser el estímulo más relevante.
- Atención sostenida. Capacidad de mantener la atención en determinado proceso o comportamiento durante varios minutos. Es básica para poder aprender los contenidos educativos

- Atención selectiva. Capacidad para seleccionar estímulos en ambientes con muchos distractores y mantener la concentración en los mismos; el sujeto tiene que decidir entre diferentes estímulos el más relevante para la conducta a realizar. Es muy importante en las clases numerosas en las que existen muchos estímulos distractores que impiden un buen aprendizaje en niños muy distraídos y con poca capacidad de atención selectiva
- Atención dividida. Capacidad para atender a dos estímulos diferentes en el mismo momento y con la misma eficacia
- Atención alterna. Habilidad para poder cambiar de una tarea a otra sin confundirse y sin distraerse en ninguna de las dos con total eficacia para ambas. Se necesita un alto grado de concentración, conocimiento y habilidad en ambas tareas.

En ese mismo contexto, la atención puede inhibir o controlar el enfoque de la información relevante o irrelevante que proporciona el ambiente, de modo que la atención reside en mantener la concentración por periodos de larga duración, desviando los distractores o factores secundarios que repercuten en la atención y concentración de las tareas que demanda su contexto, por lo que estará mediada por el volumen y las distracciones que encuentre en su entorno, ya que entre menores sean los factores secundarios que intervienen en la atención, mayor será el papel de esta.

**Atención escolar.** La atención como proceso cognitivo simple o básico en la codificación y procesamiento de la información del ambiente y de los cambios que efectúa en el cerebro humano, es un aspecto que se integra dentro del campo y tarea de la pedagogía, en el sentido que influye en la formación de aprendizajes de los sujetos que adquieren nuevas experiencias en los ambientes donde se llevan a cabo esta labor.

En este sentido, la atención muestra un cambio dentro de los esquemas mentales del individuo, lo que se traduce como un reajuste o refuerzo en el cableado y comunicación neuronal, permitiendo centrar su interés en aspectos relevantes que son influenciados por la novedad, las experiencias previas y ambientes

emocionalmente estables, en otras palabras, la atención es la llave que posibilita la entrada de la información del exterior, es decir, la que aprueba o reprueba los datos del medio ambiente, logrando el cambio o la inhibición de la comunicación sináptica.

Con lo que respecta a la educación, la atención se describe como la capacidad de centrar el interés en los contenidos transmitidos en clase, y por supuesto, en las actividades que se desempeñan durante su desarrollo, por lo que adaptar la atención dentro de las exigencias escolares, principalmente en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en los fundamentos neurocientíficos, abrirá la capacidad de entender cuándo y cómo el cerebro está dispuesto a aprender, partiendo de la capacidad mediadora del cerebro en la atención de los procesos de codificación y procesamiento de la información que se describen dentro del contexto social y cultural del individuo, por lo que se transita a una nueva idea de concebir a la atención como foco de interés dentro de los ámbitos escolares, y desde luego, dentro de sus atribuciones plástica en el cerebro humano.

De este modo, Ortiz (2015) y Ortiz (2009) integran una serie de parámetros a considerar en los procesos atencionales dentro del sistema escolar, examinando las capacidades y factores que influyen en la atención y concentración del ser humano, de este modo se destaca los siguientes puntos:

En primer lugar, la atención en las prácticas escolares se ve determinado por factores que influyen en la concentración del objeto de estudio como son: la motivación, intereses, sueño, cansancio, la dificultad de la tarea o atractivo de la misma, ruido, luminosidad del aula, forma de explicar del profesor, entre otros.

Aunado a esta parte, la forma de enseñar, una enseñanza activa, dinámica, con muchas motivaciones y cambios en la exposición, favorece la atención, puesto que el cerebro está en constante alerta a los cambios que ocurren en su ambiente, por lo que focalizará su atención a lo que le parezca importante o novedoso, así como a los cambios susceptibles con relación a factores emocionales como la alegría, el miedo, la amenaza, etc., ya que, inhibirán o favorecerán la entrada de la información, logrando una estrecha relación entre los aspectos emocionales y la comunicación neuroquímica que se efectúa en las vías neuronales.

De ello, se desprende la conexión del proceso de atención con el sistema límbico, es decir, con el sistema que involucra las emociones y motivaciones en la actividad humano; en tal sentido, las fluctuaciones emocionales, las amenazas y el estrés repercutirán en la atención, y por supuesto, en la construcción de aprendizajes. Esto se debe a que tendrán dificultades para apropiarse de la información, seleccionarla y procesarla, a consecuencia de los impulsos químicos que se originan en la sinapsis, dicho en otras palabras, a la segregación de neurotransmisores producidos en las brechas comunicacionales como la dopamina, noradrenalina y adrenalina principalmente.

Como segundo aspecto, desde un enfoque neurofisiológico a considerar en los procesos atencionales, la capacidad de la entrada y recepción de la información a partir de los sistemas sensoriales repercuten en la asimilación de contexto, debido a que el proceso sensoria es el primer contacto que tiene el sujeto con la realidad objetiva, de modo que interpreta y reestructura las conexiones ya existentes con la entrada de la información nueva, modificando y alterando la arquitectura cerebral; en este sentido, los contrastes sensoriales son importantes para cautivar la atención del ser humano, incidiendo en la concentración del individuo, por ejemplo, un ambiente uniforme y plano, así como mayores factores secundarios en donde los distractores influyen en el entorno, resultara perjudicial en los procesos donde se involucra la atención.

Por ello, se sugiere contrastes asociados con la “explicación del profesor, inflexiones de voz, calidad en la exposición del material escolar, así como con los movimientos o el lenguaje no verbal” (Ortiz, 2009).

Como tercer punto, la relación de las ideas previas con la nueva información que brinda el ambiente es un punto clave dentro de los procesos atencionales, de tal forma que mientras se tenga más experiencia o en su debido caso, más conocimiento sobre un tema en específico, mayor serán los periodos de atención que percibe el ser humano, dado que ese conocimiento ya pertenece a los esquemas mentales y lo que se pretende es modificar o reestructurar las comunicaciones que generan las células del cerebro.

En síntesis, la atención como factor que influye en las dinámicas escolares, y en la recepción de nuevos conocimientos provenientes del contexto del individuo, incide en los cambios neurológicos que se acentúan en el procesador biológico, logrando modificar las prácticas escolares y sistemas cerebrales del sujeto que aprende; por ende, este proceso cognitivo de orden básico, focaliza su visión en actividades diversificadas que enfatizan la curiosidad, la novedad, el recuerdo, la estabilidad emocional y la satisfacción de la necesidad del individuo, logrando centrar su aplicación en estímulos de interés, tratando en lo posible de eliminar las barreras de amenaza y estrés que se generan en los espacios destinados en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

#### **d. Memoria**

La capacidad que tiene el cerebro humano para almacenar la información que proviene de su medio externo, y manifestarse cuando sea pertinente dentro de sus actividades cotidianas, se le conoce como memoria. De este modo, la memoria es un elemento inherente de la capacidad humana, ya que de ello se desprende la necesidad de ejecutar una actividad determinada como resultado de las actividades que desempeñó durante sus etapas previas, es decir, las experiencias procedentes de la actividad humana, son la construcción de un complejo andamiaje entre la actividad actual y el conocimiento que posee el ser vivo.

La experiencia pasada tiene gran incidencia en la elaboración de imágenes mentales del objeto o sujeto que previamente se interactuó, de tal forma que el ser humano crea representaciones mentales del mundo en el cual constantemente esta interrelacionándose, por lo que tiene un peso mayor dentro de las habilidades, destrezas y juicios que el ser humano realiza en su ejercicio cotidiano. De acuerdo con Ortiz (2015):

Las influencias que el ser humano recibe, durante su vida, dejan huellas cognitivas en el que conforman su experiencia, o sea, el caudal de conocimientos y las vivencias que el ser humano experimenta en interacción

con el mundo que le rodea, no desaparecen, sino que persisten, se graban y son susceptibles de ser evocados en virtud del proceso cognitivo que denominamos memoria (p.80).

De esta manera, la memoria como proceso cognitivo, permite grabar, archivar y recordar la información de los hechos pasados del sujeto que se comunica y relaciona con el mundo que le rodea, de tal suerte que la memoria es una herramienta inamovible del ser humano que logra darle sentido y significado a los hechos naturales y sociales que repercuten en la actividad viva.

**Tipos de memoria.** La información que el contexto brinda (procedente de nuestros sentidos), es demasiada y variada, de manera que, el cerebro desempeña una increíble labor a la hora de codificar y profundizar los datos contextuales, o en su caso, desechar aquella información carente de interés, por lo que Ortega (2010), señala que la memoria se clasifica en positiva y negativa, y a su vez, en memoria de corto y largo plazo, tratando de explicar lo que ocurre a nivel neuronal cuando se fija, concreta o desecha la información procedente del medio más cercano.

En primer término, se refiere a la memoria positiva al proceso que ocurre cuando las vías sinápticas están sensibilizadas, es decir, el impulso nervioso es mayor entre las comunicaciones que se generan entre las células nerviosas; de tal forma que los botones terminales que se desprenden de los axones de la neurona y las ramificaciones que emanan de las dendritas, facilitan su comunican al recibir señales químicas debido a un estímulo enriquecedor, de modo que libera serotonina, neurotransmisor responsable de comunicar los mensajes neuronales con mayor facilidad, logrando prologar el potencial de acción entre las estructuras celulares, explicando de esta forma, la importancia de las emociones dentro de esta primera clasificación de la memoria, permitiendo que la información permanezca con más durabilidad en el cerebro.

Otra de las clasificaciones que describe el autor, es la memoria a corto y largo plazo, logrando de esta forma penetrar en el aprendizaje y olvido de la información que procede del ambiente del sujeto; en este sentido, cuando se aprecian alteraciones estructurales e influye la comunicación sináptica en un alto grado de transmisión, se

desarrolla “huellas de memoria a largo plazo”, término que utiliza Ortega (2010), para describir la sensibilidad de transmisión sináptica entre los circuitos neuronales para evocar los recuerdos una vez activada y establecida.

De este modo, las alteraciones estructurales más importantes que se generan entre las células nerviosas del cerebro en la memoria a largo plazo, son:

1. Aumento del número de lugares de liberación de vesículas para la secreción de neurotransmisores
2. Incremento del número de vesículas del transmisor
3. Aumento del número de terminales sinápticas
4. Modificaciones de las estructuras de las espinas dendríticas

Es así como la información que es recolectada y procesada por el cerebro, y que tiene grandes repercusiones a nivel celular debido a su significado, logra moldear y alterar las estructuras neuronales, permitiendo evocar y manifestar las acciones y recuerdos que activa el ser humano en su actividad cotidiana, alcanzando de este modo la plasticidad neuronal, lo que se traduciría como la capacidad elástica y flexible que tiene el cerebro para adaptarse a los ambientes cambiantes de su contexto, debido a la información que es recabada y codificada por este órgano biológico.

Bajo este análisis, Facchinetti cómo se citó en Glejzer (2017) clasifica a la memoria de acuerdo a la codificación de la información que realiza el sistema nervioso, esta es: memoria implícita y explícita. Por un lado, la memoria implícita involucra procesos no conscientes, es decir, su actividad es prácticamente automática y se perfecciona con la práctica y el tiempo, logrando asociarse con actividades motoras del cuerpo, como, por ejemplo, andar en bicicleta, colocarse la camisa, entre otros.

Por otro lado, la memoria explícita involucra procesos conscientes de los hechos o sucesos de la actividad humana, y se describe como “aquella que contiene información relacionada con el conocimiento y el almacenamiento”, siendo el responsable de centrar su atención en procesos que el sujeto definirá para recuperar o desechar la información, como, por ejemplo, la capacidad para recordar un hecho de hace años, recordar la hora de una cita, rostros, objetos, entre otros. De esta forma, Facchinetti cómo se citó en Glejzer (2017) y Ortiz (2015) coinciden en clasificar la

memoria explícita de acuerdo a la duración de la información, catalogándolo en: memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria de largo plazo.

En primera instancia, la memoria sensorial se caracteriza por brindar información sobre el contexto mediante los sentidos (vista, tacto, gusto, olfato y oído), sin embargo, esta primera clasificación se pierde rápidamente si no se presta la atención requerida, por lo que permite retener la información del ambiente por unos milisegundos o segundos. En este sentido, este tipo de memoria es la primera puerta para recuperar la información del ambiente, ya que los datos iniciales son recopilados por la memoria sensorial, es decir, por los sentidos, y que si se le presta la atención y el enfoque requerido es llevado por la memoria a corto plazo, que, a su vez, si los datos son reforzados, practicados o asociados, se quedarán presentes, en otras palabras, estarán dentro de la memoria de largo plazo.

Por otro lado, la memoria a corto plazo se caracteriza por captar la información en pequeñas unidades, por lo que su duración es limitada, es decir, tienen una extensión de algunos segundos o minutos, lo que involucra sistemas conscientes al tener el tiempo suficiente para disponer activamente de esta información, de este modo los cambios eléctricos y químicos que efectúa son efímeros entre las redes neuronales implicadas, por lo que no hay alteraciones o modificaciones entre la fisiología neuronal, como sucede en la memoria de largo plazo.

La memoria de largo plazo involucra aquella información que se queda registrada y almacenada dentro de los esquemas mentales del individuo de manera permanente, de esta forma, este sistema reúne los recuerdos, conocimientos, acciones, sonidos, imágenes y recursos que hemos utilizado a lo largo de nuestra vida para su posterior uso, por lo que su capacidad para retener información es mayor debido a que los datos están registrados en la comunicación neuronal, en otras palabras, “la memoria a largo plazo es un sistema ilimitado de almacenamiento y de mantenimiento temporal de la información, que a su vez es poco sensible a la interferencia” (Facchinetti cómo se citó en Glejzer 2017).

En ese mismo contexto, la memoria cumple un papel fundamental como codificador y procesador de la información, ya que logra moldear y modificar al órgano más complejo del ser humano al crear un puente entre los recuerdos procedentes de



la experiencia pasada y las acciones que desempeña el individuo para desenvolverse social, sensorial y psicológicamente en el contexto más próximo. En este sentido, Ortiz (2015) define a la memoria como:

El proceso a través del cual la información se codifica, se almacena y se recupera, es la facultad que permite traer el pasado al presente, dándole significado, posibilitando la trascendencia de la experiencia actual, y proveyéndole de expectativas para el futuro (p. 81).

De este modo, Carminatti y Waipan (2012) mencionan que para permanecer los recuerdos en la memoria debe producirse una interacción entre el contexto y el cerebro, de modo que la información que reciba el sujeto que aprende, debe ser con sentido y significado, de tal forma que cuando más conexiones neuronales de significado intervengan con los datos recopilados por el ambiente, más probabilidad hay de que los sucesos sean recuperados con facilidad y rapidez.

Por si fuera poco, la memoria tiene una mayor incidencia cuando se aprende en un ambiente agradable y ameno, pues su significado es mayor debido a los procesos afectivos que moldearán y permitirán el acceso a la información al cerebro, de ahí que existe un vínculo entre la emoción y la memoria, lo que daría una explicación a las comunicaciones rápidas que se generan en la estructura cerebral, es decir, a lo que supone de las implicaciones de las comunicaciones que se dan entre las células nerviosas.

Por lo que, la información en ambientes afectivos se ven afectadas por neurotransmisores que abren los canales de transmisión a las redes dendríticas, dado que involucran mayor velocidad y accesibilidad, como es el caso de la serotonina, neurotransmisor de las emociones positivas, así como la acetilcolina y noradrenalina.

De este modo, la información permanecerá por más tiempo en los esquemas mentales del ser humano, de tal forma que los datos se recordarán con mayor profundidad y durabilidad cuando la información que proviene de los sistemas sensoriales viene cargada por procesos afectivos.

**El desarrollo de la memoria en los sistemas escolares.** Atender la memoria en el aula, involucra una gran responsabilidad en el docente, sobre todo porque es el formador de sujetos que adquieren nuevos aprendizajes para desenvolverse en sociedad, por lo que, este proceso cognitivo de orden básico es el constructor de aprendizajes significativos, es decir, de conocimientos que son la base de las acciones presentes y futuras.

La memoria permite la fijación, grabación y almacenamiento de las experiencias pasadas para ser evocadas en los hechos y sucesos que necesita el ser humano en sus actividades cotidianas, es así como, este sistema logra sentar las bases para la reestructuración de la fisiología neuronal, alterando las conexiones somáticas y dendríticas, y por supuesto, las comunicaciones sinápticas, logrando traducir esta reestructuración en información de largo plazo, debido a los aprendizajes originados por la capacidad plástica del cerebro.

De esta forma, el cerebro de los sujetos que aprenden, tiene la asombrosa habilidad de modificar y alterar las conexiones neuronales a consecuencia de los estímulos y ambientes que son presentados mediante los sistemas sensoriales, de ahí que el hecho fundamental de la memoria se deba a los sistemas sensoperceptivos y atencionales que el cerebro pone en juego para recuperar la información de su medio.

Por tanto, ciertos datos e informaciones que provee el ambiente por los medios sensoperceptivos tienen elementos con carácter emocional, de modo que la atención y la concentración se fija más en los sistemas cerebrales, lo que se logra comprender la información con mayor facilidad, quedando está dentro de los esquemas mentales del individuo, es decir, dentro de la memoria de largo plazo y de las conexiones neuronales. Puesto que Ortiz (2015) menciona que:

El estudiante recuerda aquello que ha comprendido, comprende aquello a lo que le ha prestado atención, atiende cuando el contenido le gusta, es novedoso y atractivo, y le presta atención precisamente a lo que quiere y desea (p. 85).

Dentro de este marco, Encino (2014), como se citó en Ortiz (2015) propone algunas orientaciones para cultivar la memoria en las aulas escolares, de las cuales se destacan los siguientes puntos:

- El estudiante debe aumentar el interés, la decisión y la confianza en sí mismo cuando se trate de retener conocimientos, datos, cifras, fechas, eventos y circunstancias, de tal manera que la voluntad se convierta en el mejor estímulo para grabar todo cuando quiera mantener en su memoria.
- Debe haber una actitud positiva para recibir la información con mejor concentración, sin peso mental, sin perturbaciones y ojalá en reposo.
- Se recomienda utilizar el máximo de vías sensoriales, o los canales de acceso al cerebro.
- Se debe recurrir a la elaboración de asociaciones y relaciones. Utilizar el conocimiento previo (patrones) o las experiencias previas para afianzar y luego completar con detalles.
- Para grabar con más consistencia, se recurre a la imaginación para dejar guías o puntos de referencia a los cuales puede recurrir la memoria. Utilizar la visualización: imaginar escenas que luego se asociarán y quedarán en la memoria; además, emplear la narración para recordar mejor.
- Hacer uso constante de referencias, de tal manera que en cada grabación se fijen soportes para que los sistemas de representación se desenvuelvan con serenidad y armonía.
- Utilizar el humor ya que lleva a sentimientos positivos y segregación de neurotransmisores en los canales neuronales.

Bajo esta línea de análisis, al considerar a la memoria como codificador e integrador de la información, debe contemplarse que las actividades que se desprenden del trabajo que se desarrollan en las aulas escolares para propiciar la enseñanza y el aprendizaje, consideran un uso y comprensión adecuada del funcionamiento del cerebro humano, pero por supuesto de la memoria, con el motivo de afianzar los conocimientos que el individuo conoce con los nuevos que dispone y presenta el ambiente.

De esta forma, se considera a la reestructuración de las redes y conexiones de comunicación neuronal como moduladores de la memoria, debido a la capacidad plástica y flexible del cerebro dadas a las influencias y adaptabilidades que tiene al contexto y a los estímulos provenientes de este, por lo que se logra concluir que la memoria es el procesador, conservador y almacenamiento de la información, y el principal armador y constructor de rompecabezas para evocar dicha información.

### **e. Imaginación**

La imaginación como proceso cognitivo básico, se caracteriza por estar íntimamente vinculado a la memoria, pero que influye en las representaciones mentales del mundo objetivo en el cual habita el ser humano. De este modo, la característica fundamental de la imaginación es la modificación y transformación de los hechos y sucesos existentes del objeto de análisis.

En este sentido, “la imaginación es el proceso cognitivo, exclusivo del ser humano, mediante el cual se elaboran imágenes nuevas que transforman anticipadamente la realidad en el plano mental” (Ortiz, A. 2015). De ahí que, la imaginación se considera como el constructor de imágenes de la realidad, que son modificadas y transformadas por el ser humano.

Por ello, la imaginación se fundamenta en los conocimientos que el individuo ya posee, de tal forma que este proceso cognitivo con el conocimiento está vinculado, ya que crea escenarios en donde el ser humano se siente perteneciente a esa realidad contextualizada que crea en sus esquemas mentales; por lo cual situar este proceso en los escenarios escolares, es importante para ligar el conocimiento previo con la nueva información que se pretende disponer en las y los estudiantes.

Así pues, esta habilidad inherente del ser humano, tiene una gran capacidad para crear escenarios donde el docente contribuye al diseñar imágenes y situaciones contextualizadas de las explicaciones del contenido; esto con el principal objetivo de comprender e ilustrar mejor y a detalle el contenido, de modo que la imaginación crea modelos para representar la realidad objetiva y subjetiva de la naturaleza.

## **E. Aprendizaje: las bases del cerebro**

A lo largo de la vida, el ser humano se ha caracterizado por analizar, observar, experimentar y cuestionar todo aspecto que le es relevante, ello con la intención de recaudar datos, procesarlos y ponerlos en marcha para su futuro uso, por lo que el propósito que supone al sujeto, es el de adquirir nuevas experiencias enriquecedoras que permitirán comprender e interpretar el mundo circundante al cual está situado, de este modo, aprendizaje viene del hecho de adquirir los conocimientos del mundo.

De esta manera, no puede existir aprendizaje sin cerebro, ya que el cerebro es la base de toda acción y pensamiento humano, por lo tanto, su importancia y relevancia cobran sentido para su estudio y comprensión al analizar los mecanismos a los cuales aprende este órgano que procesa y almacena la información de su medio.

De acuerdo con Mendoza, Pardo, Puma & Carrión (2010) “aprendizaje se denomina al hecho de que la experiencia produce cambios en el sistema nervioso que pueden ser duraderos y se manifiestan en el comportamiento de los organismos”, es así que, el conocimiento que una persona efectúa en determinados hechos, es el resultado de las experiencias adquiridas a lo largo de su vida. De este modo, el pensamiento, las acciones que desempeña el ser humano, las emociones y la toma de decisiones que son puestas en escena debido a los conocimientos previos, serán retomados para ejecutarse en un tiempo y una acción determinada.

En ese mismo contexto, la memoria junto con el aprendizaje, juegan un rol importante en el procesador biológico, por lo que cobran sentido y significado al ser el resultado de incontables sinapsis que son recabadas durante el trayecto personal del individuo, de tal manera que estas habilidades inherentes del ser humano son producto de una increíble modificación y alteración a nivel neuronal, lo que dota al cerebro de esa habilidad plástica y flexible que se originan debido a los aprendizajes que adquiere el sujeto de su medio.

De este modo, las habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes que el contexto social y cultural le asignaron al ser humano (debido a las experiencias previamente adquiridas), son el producto de la memoria y el aprendizaje que el sujeto efectúa y reafirma en su actuar cotidiano, por lo que, de esta forma se puede asegurar que el

aprendizaje es la base del cerebro al suprimir o procesar información proveniente de su contexto, que a su vez, son interiorizados por los sentidos, por lo que su fin próximo es el de modificar su comportamiento, por lo que cabe preguntarse ¿Qué es lo que ocurre durante el proceso de aprendizaje?

Carminati y Waipan (2012), señalan que es lo que pasa durante el proceso de aprendizaje, por lo que denominan a este desarrollo como “Aprendizaje Hebbiano”, concibiéndolo como las bases de la neuroplasticidad cerebral. En este sentido, cabe destacar que, durante el proceso de aprendizaje, el cerebro está conformado por una infinidad de circuitos y conexiones de comunicación neuronal, y que cada célula nerviosa se comunica con otra a partir de la brecha que la separa y que permite la comunicación eléctrica y química del cerebro, es decir, la sinapsis.

Cuando las señales químicas y eléctricas son puestas en escenas, los botones terminales transmiten la información a través de la sinapsis, logrando la comunicación a las ramificaciones dendríticas que reciben y traspasan la información al soma, donde se procesa la información que provee la neurona anterior; por lo tanto, los impulsos que se generan en cadena, se integran a estas redes tan complejas que procesan la información del medio.

Dado que los impulsos nerviosos se originan por medio de las neuronas, el aprendizaje se efectúa mediante los miles y millones de impulsos nerviosos que se dan entre estas células; es de esta forma que cuando aprendemos algo nuevo y queda almacenado en la memoria a largo plazo, las redes crecen y se modifican, alterando la arquitectura y comunicación cerebral. Del mismo modo, Carminati y Waipan (2012), mencionan que las redes crecen a medida que profundizamos y se enriquecen aún más cuando tratamos de enseñar a otros, por lo que postulan en valores porcentuales, el cómo aprendemos, estos son:

- 10% de lo que escuchamos
- 15% de lo que observamos
- 20% de lo que escuchamos y observamos
- 40% de lo que discutimos
- 80% de lo que practicamos y experimentamos directamente
- 90% cuando tratamos de enseñar lo aprendido

De este modo, las redes neuronales van modificándose a medida que vamos aprendiendo elementos enriquecedores, y altos en ambientes agradables y amenos, por lo tanto, el aprendizaje puede entenderse como aquel que hace lo posible para alterar las conexiones y comunicaciones neuronales, llevando la información del exterior a los esquemas mentales del individuo, es decir, a la memoria de largo plazo.

## **1. Aprendizaje emocional**

Cuando aprendemos de la información que disponemos del ambiente a partir de los medios sensoriales, es decir, por medio de los sentidos, los canales de transmisión neuronal comienzan a desempeñar su labor, de tal forma que empiezan a generarse los impulsos nerviosos entre las neuronas; sin embargo, cuando tratamos de evocar la información procedente de las experiencias previas, las neuronas realizan una reconexión con los datos que ya dispone con los que se le presentan, creando un vínculo entre ambos aspectos.

Los hechos, sujetos o acontecimientos que recordamos mejor, son aquellos que tienen un componente emocional, pues cuando realizamos un análisis introspectivo, recordamos más aquellos ambientes agradables o desagradables que han marcado nuestra historia de vida, de esta forma, las emociones tienen un carácter formador en las conexiones neuronales y por supuesto, en la construcción de la memoria de largo plazo y en el aprendizaje. De esta forma De la Barrera y Danolo (2009), mencionan que:

La literatura actual muestra que tanto las emociones, como los sentimientos, pueden fomentar el aprendizaje en la medida en que intensifican la actividad de las redes neuronales y refuerzan, por ende, las conexiones sinápticas. Por lo tanto, la llamada neurobiología nos muestra evidencias de que se aprende mejor cuando un determinado contenido o materia presentan ciertos componentes emocionales (p. 8)

Así pues, se llama aprendizaje emocional a los componentes emocionales externos e internos que facilitan el proceso de aprendizaje del sujeto, por lo que el aprendizaje estará mediado por los ambientes positivos y negativos en donde estará situado el ser humano, dado que a nivel cerebral se llevan a cabo la segregación de neurotransmisores que permiten que los impulsos químicos se transmiten con mayor facilidad.

Por lo tanto, las emociones positivas conducen a la memoria de largo plazo, en la medida que construyen y mantienen la curiosidad, la motivación y el recuerdo que es fundamental para la consolidación y asociación de las experiencias previas con las experiencias nuevas, por lo que es importante para el logro de los aprendizajes.

Asimismo, hay que agregar que la emoción y la motivación dirigen los sistemas de atención, en el sentido que permiten la segregación de neurotransmisores importantes para generar con mayor velocidad los impulsos nerviosos, como el caso de la dopamina, asociado con el sistema de recompensa y placer del cerebro, y con la memoria y atención (Gago y Elgier 2018). Además, este sistema es el que decide qué información es la que va a pertenecer a los circuitos neuronales, de modo que, las emociones influyen en la construcción de aprendizajes y consolidación de la memoria.

## **F. Neuroplasticidad**

El cerebro como generador y base del aprendizaje y del sistema nervioso, ha sido tema central para muchos neurocientíficos que buscan aportar conocimiento al área de las neurociencias, de tal suerte que conduce a una infinidad de puertas que abren la posibilidad de descubrir el entendimiento de las redes que conectan al cerebro para entender y generar el aprendizaje.

La relación del estudio entre aprendizaje y cerebro cobra importancia en la medida que hay una modificación en las estructuras neuronales debido a la capacidad plástica y flexible que posee el cerebro, por lo tanto, el cambio que efectúa internamente este órgano, se ve reflejado en la comprensión y asimilación de conductas y conocimientos procedentes de su medio externo, en este sentido, somos un reflejo de la sociedad misma, somos lo que somos por lo que aprendemos y lo que



recordamos, pues el propósito básico del cerebro es “efectuar representaciones internas de la realidad externa” (Restak, citado por Saavedra, 2001).

De este modo, Facchinetti, como se citó en Glejzer, (2017) define a la propia neuroplasticidad como:

El término plasticidad implica facultad de cambiar. Las redes neuronales de nuestro cerebro cambian a lo largo de la vida y estos cambios nos permiten modificar la conducta, o sea el comportamiento (p. 208).

Cuando nacemos, el sistema nervioso está dotado de estructuras ya definidas, sin embargo, a lo largo de la primera etapa o primera infancia hasta la adultez, este sistema no permanece inmóvil o inerte, sino al contrario, las estructuras cerebrales modifican su morfología y funcionalidad, haciendo posible la flexibilidad y adaptación del sujeto al medio en el que se encuentra, debido al contacto directo con los escenarios a los cuales estamos interactuando constantemente.

Pese a que, el cerebro se abastece de herramientas ya definidas, es preciso agregar que al nacer se cede con más insumos, o en su caso de más herramientas cognitivas; no obstante, los procesos ambientales y culturales, así como los incentivos extrínsecos son un factor determinante para el cerebro, ya que mediante el desarrollo evolutivo del sujeto en su medio más cercano, le permitirá ir determinando cuales son las más convenientes preservar y hacer posible la adaptación a su ambiente, puesto que el cerebro ya está programado con capacidades y habilidades iguales a las de su especie, sin embargo, la determinación ambiental es útil para el desarrollo de este.

De este modo, la conectividad neuronal y los cambios que experimenta el cerebro por la experiencia se denomina plasticidad cerebral o plasticidad sináptica (Carsol, como se citó en Saavedra, 2001), por esta razón, la cultura y los estímulos provenientes del ambiente que son transitados a lo largo de la vida del ser humano, tienen un papel primordial a la hora de establecer conexiones neuronales, reforzamientos y podas sinápticas entre las células responsables de toda actividad humana.

Es comprensible que las acciones que se ven implícitas y desarrolladas día con día por el individuo, manifiestan cambios morfológicos y estructurales a nivel interno, logrando cambios significativos en los cableados, en las sinapsis y por supuesto, en el aprendizaje.

Otros autores como Aguilar (2010) mencionan que la neuroplasticidad es una propiedad del sistema nervioso, lo cual nos indica que el sistema nervioso no está concluido; que cambia dinámicamente en respuesta a la estimulación sensorial, cognitiva o aprendizaje, de esta forma se puede afirmar que las causas de la transición entre el cableado de las células responsables del aprendizaje es el acto mismo que el ser humano desempeña dentro de sus actividades cotidianas, lo que cobra vital importancia la experiencia como modelador del cerebro.

De eso se desprende, el efecto de las experiencias en cuanto a las habilidades sensoriales y cognitivas que arrastran los hombres y mujeres al momento de ejecutar una acción, pues las experiencias previas son primordiales para configurar las células neuronales, y de este modo el aprendizaje sea significativo, ya que todo evento deja información en el cerebro, que será a su vez reforzado o abandonado debido al sentido y significado de la información, lo que ocasionará un crecimiento o aumento en el cableado cerebral.

**Capítulo III.**  
**Perspectiva**  
**metodológica**

### **Capítulo III. Perspectiva metodológica**

Comprender cómo aprende el cerebro humano es una tarea que ha despertado la mirada de varios neurocientíficos que procuran explicar los procesos en los cuales interactúan millones de neuronas para producir los cambios en la conducta.

Este deseo por conocer el comportamiento del cerebro en los procesos de aprendizaje, ha llegado a los sistemas escolares en donde docentes y personal interesado en interpretar y mejorar las dinámicas educativas, al intentar despertar el interés de la población estudiantil, pretenden hacer una lectura concreta y sólida al conocer y expresar los fundamentos científicos que ayuden a recaudar datos que proporcionen una comprensión más amplia y detallada de los procesos de aprendizaje.

Por ello, los descubrimientos que se desembocan de los avances neurocientíficos, principalmente en el último milenio, conducen a descubrir el comportamiento interno del ser humano, por lo que las investigaciones con neuroimagen permiten percibir y comprender cómo el cerebro procesa la información procedente de sus órganos sensoriales, y el cómo este órgano tan importante para el aprendizaje, se comporta durante el proceso de asimilación.

En este sentido, el siguiente capítulo orienta la perspectiva metodológica que persigue esta investigación, por lo que, el diseño que se busca se apega a la investigación-acción participativa destacando a esta como una forma de entender y comprender las realidades educativas en función de la interacción activa que tiene el investigador en los escenarios escolares, resaltando el notable conocimiento de las neurociencias en la creciente cuestión de los procesos de aprendizaje de los estudiantes de educación secundaria.

Por otro lado, se incorpora el análisis e interpretación de los resultados manifestados en la investigación, de modo que, trata de responder a los mecanismos de aprendizaje de los adolescentes de tercer año de educación secundaria, resaltando, además, aquellas actividades que favorecen el aprendizaje de la química y que constituyen una fuente de construcción en su procesador biológico.

## **A. La investigación cualitativa: una forma de comprender la realidad educativa**

Las investigaciones en el ámbito educativo posibilitan una herramienta fundamental que permite analizar, conocer y transformar las realidades sociales y culturales dentro de un contexto escolar, lo que involucra procesos, acciones y dinámicas que están implícitos en el campo pedagógico, logrando obtener datos descriptivos sólidos y concretos que modifiquen y reestructuren las realidades en las cuales actores, sistemas e instituciones se ven involucrados en estos procesos.

Es así que, las investigaciones educativas tienen un rol importante en los sujetos y sistemas escolares, logrando proporcionar datos que ayuden a sostener y evidenciar nuevos descubrimientos científicos, educativos o sociológicos (como el caso de la pedagogía), reforzando o descartando las ideologías que se desprenden de las nuevas concepciones contemporáneas o de las ideas, pensamientos o conocimientos ya existentes.

De modo que, este tipo de investigaciones involucra diversos aspectos a esclarecer y organizar dentro de un esquema a tratar, es decir, de ciertos problemas o temáticas que resuelvan los efectos, procesos o problemas que se derivan de la investigación o sistematización de la educación, comprendiendo de esta forma a la investigación educativa como un sistema complejo que involucra diversos aspectos relacionados entre sí, y que a su vez, se derivan de las ramificaciones problemáticas de la educación.

En este sentido, analizar, interpretar y transformar las realidades objetivas y subjetivas de la educación, logra comprender a detalle las prácticas escolares que se destinan a esclarecer los problemas o temáticas que se derivan de los espacios donde se lleva a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, y además, de los sistemas escolares en donde se involucran las gestiones y dinámicas, de tal forma que coadyuvan a conocer y cambiar la educación a la vista de las evidencias proporcionadas por la investigación.

Aunado a esto, la presente tesis de investigación pretende encaminar un enfoque cualitativo-explicativo, en el sentido de explorar, comprender y dar respuestas

a las problemáticas planteadas en este documento, destinado principalmente al aportar conocimientos sólidos sobre los fenómenos que acontecen en las prácticas pedagógicas con relación al conocimiento cerebral, es decir, a las recientes investigaciones acerca de la neurociencia en la educación, logrando comprender y explicar cómo y cuándo el cerebro aprende, a partir de los flamantes conocimientos de la neurobiología, partiendo de la constante construcción de aprendizajes generados entre los estudiantes de educación secundaria, que modifican y alteran las comunicaciones cerebrales a través de los cambios y estímulos ambientales.

Es así que, se enfatiza de este modo a la neuroplasticidad como principal explicación de los cambios neurológicos en los comportamientos y aprendizajes de los estudiantes de tercer año de educación secundaria, principalmente en el área de ciencias química; por lo que se comprende en esta investigación al método cualitativo como guía de las explicaciones e interpretaciones que se generan en el aula.

Maanen como se citó en Álvarez (2008), menciona que el método cualitativo puede ser visto como “un término que cubre una serie de métodos y técnicas con valor interpretativo que pretende describir, analizar, descodificar, traducir y sintetizar el significado, de hechos que se suscitan más o menos de forma natural”, por lo tanto, este tipo de método estudia, interpreta y analiza los fenómenos objetivos y subjetivos que ocurren en un contexto determinado, logrando obtener una comprensión social de significados de acuerdo a los resultados e investigaciones que genera el investigador en el campo de estudio, por lo que a este último, se le otorga un rol indispensable en el proceso de análisis y sistematización de la información que proporciona el ambiente en donde se lleva a cabo la investigación.

Por esta razón, el propósito que tiene la investigación cualitativa es el de “explicar, describir y descifrar los fenómenos naturales de la información aún no estructurada” (Álvarez, 2008), de tal forma que pretende proporcionar datos sobre el campo de estudio al tratar de trazar una serie de explicaciones entre los fenómenos observados y los fenómenos estudiados en tiempo real, efectuando una descripción e interpretación de los momentos examinados de la investigación.

Además, este enfoque cualitativo pretende adoptar una actitud abierta al aprendizaje, así como detectar los procedimientos que exige cada momento, prestar

una visión detallada, centrarse en el individuo y comprender las circunstancias del entorno (Álvarez 2008), entendiendo al investigador como sujeto que estudia e interpreta las realidades sociales de su trabajo de investigación en los ambientes donde está situado; esto con el objetivo de dar respuesta a los problemas o temáticas que se derivan de los fenómenos naturales que se pretenden estudiar.

Es así que, la investigación cualitativa cubre una dimensión holística de los aspectos sociales y culturales del individuo, permitiendo estudiar las realidades subjetivas en donde están incrustados los seres humanos, procurando explicar y dar sentido a los fenómenos sociales y culturales de las prácticas en las cuales se localizan los sujetos a investigar, lo que se lograría traducir a la investigación cualitativa como un enfoque interpretativo que brinda una gran oportunidad de profundizar las realidades existentes, y dar respuestas a los fenómenos que acontecen en las problemáticas que subyacen en el lugar de los hechos, aportando datos sólidos y concretos que arrojen información detallada y descriptiva de la realidad.

De este modo, Taylor y Bogdán como se citó en Rodríguez (1996), destacan una serie de características a considerar dentro la investigación cualitativa:

1. Es inductiva
2. El investigador ve al escenario y a las personas desde una perspectiva holística; considerados como un todo y no como variables
3. Los investigadores cualitativos son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de estudio
4. Los investigadores cualitativos tratan de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas
5. El investigador cualitativo suspende o aparta sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones
6. Para el investigador cualitativo, todas las perspectivas son valiosas
7. Los métodos cualitativos son humanistas
8. Los investigadores cualitativos dan énfasis a la validez en su investigación
9. Para el investigador cualitativo, todos los escenarios y personas son dignos de estudio
10. La investigación cualitativa es un arte

Bajo esta lógica, la investigación cualitativa busca comprender, describir y transformar los posicionamientos a los cuales han estado arraigados los fundamentos sociales y culturales, por lo cual, transfiere una postura crítica y transformadora de los sucesos que se derivan del objeto de estudio, logrando integrar nuevas posturas o versiones alternativas de las realidades.

En este sentido, los métodos cualitativos como investigación de la realidad social buscan explicar e interpretar los fenómenos subjetivos de las ciencias sociológicas, comprendiendo los significados de las problemáticas o temáticas sociales que se describen dentro de la investigación, proporcionando un sustento teórico que permita dar credibilidad a las interpretaciones que devienen de su tarea como investigación social, proporcionando de este modo, conocimiento válido y fidedigno de la realidad investigada.

De esta forma, Tarrés (2001) menciona que:

Si estos enfoques para abordar e interpretar la realidad social se estudian con profundidad, en un marco donde lo que está en juego es una concepción de lo social y determinadas formas de acceder a su conocimiento y por ende de investigar, el investigador capta que, de elegir un camino que solo ponga énfasis en la dimensión cualitativa, al mismo tiempo debe optar por una teoría y por un tipo de procedimiento que exige determinados requisitos (p.11).

Por lo tanto, al trabajar sobre un enfoque cualitativo, se ponen en evidencia una serie de actividades que involucran al análisis de la observación y participación dada de ese contexto, de modo que se entrecruzan con la teoría de la problemática o temática a tratar; esto con el principal objetivo de fundamentar y sustentar las bases de la investigación realizada, dándole significado a las observaciones que recoge el investigador; así pues, el manejo de la teoría es fundamental para dar validez y confiabilidad a la información proporcionada por la investigación.

De eso se desprende, la necesidad de interpretar mejor la información que proporciona el contexto en donde se lleva a cabo el tema de estudio, ya que logra centrarse y acercarse con mayor profundidad a las realidades en donde florece la



investigación, permitiendo al investigador, darle forma y coherencia a las realidades subjetivas de su entorno de investigación, partiendo de sus observaciones y técnicas realizadas en el campo a las prácticas teóricas que ayuden a darle fuerza a las interpretaciones sociales.

Al mismo tiempo, Tarrés (2001) menciona la importancia de la vocación empírica dentro de las ciencias sociales en la investigación cualitativa, ya que esta obliga a los investigadores a formular criterios que permitan admitir o desechar las relaciones entre la realidad encontrada y la teoría que sostiene los datos que fueron proporcionados por el ambiente.

De este modo, la investigación cualitativa se caracteriza por brindar resultados descriptivos y detallados de los significados de la realidad social, de tal forma que tiende a ser analítica, en el sentido de concebir a la investigación como elementos descriptivos, o ideas que tratan de explicar las realidades sociales en espera de recientes avances o resultados que logren enriquecer las investigaciones, o en su debido caso, en desertar los efectos teóricos del tema de estudio.

Por lo que, cobra sentido la importancia de la teoría dentro del tema de estudio o problemática a esclarecer, y con ello, de la observación y análisis de la información, debido a que esta será la base para sustentar los dilemas o supuestos que se cuestionan dentro del campo de estudio, es decir, es el detonador que ayuda a visualizar la construcción de conocimientos propuestos por el investigador, de modo que construyen o no las alternativas que expliquen las realidades de los sujetos o espacios sociales donde se desea estudiar o indagar.

Es así como, “observar, escuchar y comprender la realidad social desde la perspectiva cualitativa”, posibilita una gran oportunidad para descifrar e interpretar los momentos idóneos de los ambientes socio-culturales en donde se tiene lugar la participación del investigador, en este sentido, logra acceder a una lectura empírica de las prácticas sociales, que se refuerza por el conocimiento y fundamento teórico del problema o temática planteada inicialmente, lo que recurre a una gran encrucijada que absorbe los datos proporcionados por el ambiente y el análisis sustentados por teóricos que proporcionan información concreta del tema de estudio, logrando una

comprensión, interpretación y explicación de los comportamientos y dinámicas sociales.

De esta forma, acceder a las realidades sociales por medio de los métodos cualitativos, posibilita entender que, como investigador cualitativo, se debe prestar atención a las particularidades de la sociedad, de modo que este sea meticulado y analítico con la documentación del objeto de estudio, por lo que recolectar una serie de información que permita interpretar los datos a la luz de la información obtenida, será adecuado para explicar y comprender los comportamientos y dinámicas sociales.

### **1.El Diseño de la investigación**

La investigación cualitativa ayuda a proporcionar datos descriptivos y detallados sobre los fenómenos y realidades sociales, de tal forma que, procura explicar y entender los comportamientos y dinámicas de la población. De este modo, la presente investigación tiene un carácter cualitativo interpretativo al trazar una serie de justificaciones que argumenten lo que acontece en los espacios destinados para aprender, por lo que, el diseño que se sigue se apega a la **investigación-acción participativa**, ya que pretende involucrar al investigador en las dinámicas escolares, con la finalidad de comprender los mecanismos de aprendizaje de los estudiantes de educación secundaria, sustentándola en los avances de la neurociencia.

Agregando a lo anterior, Colmenares (2012) define a la investigación-acción participativa como una opción metodológica de mucha riqueza, ya que logra “la expansión de conocimientos al generar alternativas concretas a las problemáticas que se plantean los investigadores cuando deciden abordar una interrogante, temática de interés o situación problemática y desean aportar alguna alternativa de cambio o transformación.”

La investigación-acción participativa según Eizagirre y Zabala como se citó en Colmenares (2012) involucra tres componentes que están sujetas en proporciones variables:

a) La investigación consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica. b) La acción no solo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención. c) La participación significa que en el proceso están involucrados no solo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no son considerados como simples objetos de investigación sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad (p. 109)

En este sentido, la investigación-acción sigue una serie de pasos que permiten analizar la práctica a la luz de las evidencias obtenidas en el campo de estudio, por lo que Elliott como se citó en Latorre (2005) comprende tres momentos de la investigación-acción: elaborar un plan, ponerlo en marcha y evaluarlo.

La primera fase de investigación de acuerdo con Elliott, se encuentra la elaboración del plan, en donde se identifica la idea general, es decir, “se describe e interpreta el problema que hay que investigar”, y, por consiguiente, se debe de realizar la “exploración o planteamiento de las hipótesis de acción como acciones que hay que realizar para cambiar la práctica”.

Por lo que, el primer momento de esta investigación, se clarifican y explican las formas de aprender de los alumnos de tercer grado grupo “A” y se reconocen las ideas previas que son fundamentales para la construcción de conocimientos, de modo que el problema es la comprensión y resolución de la pregunta ¿Cómo aprenden los estudiantes de educación secundaria? Y ¿Cómo favorecer el aprendizaje de la química? A fin de interpretar qué es lo que sucede en el interior de los adolescentes cuando se llevan a cabo las dinámicas escolares, y, por consiguiente, favorecer su proceso de aprendizaje mediante una serie de actividades didácticas implementadas.

Por lo que, se utilizan técnicas de recogida de datos como la observación participante y un breve cuestionario que permite conocer las maneras predilectas de aprender de los estudiantes de tercer grado para comenzar con el diseño de las

actividades que permitieran crear un puente entre sus intereses y las investigaciones neurocientíficas; este cuestionamiento fue: ¿Cómo aprendo?

Siguiendo con los pasos que efectúa Elliott, se pone en marcha el plan elaborado, en donde se realiza la implementación del proyecto, es decir, se realizan las acciones para su posterior evaluación, por lo que, se llevan a cabo una serie de actividades didácticas que permiten conocer las formas más idóneas de aprender química, de tal suerte que, se seleccionaron tres categorías que funcionan como constructoras del conocimiento, estas fueron las analogías, la lúdica y el juego, y la experimentación, favoreciendo de esta forma la transmisión de señales eléctricas y químicas en el procesador biológico.

Asimismo, en este momento de la investigación, se utilizó la observación participante como el diario de campo, técnicas que ayudan a reforzar esta investigación para darle sentido y significado a estas categorías que logran favorecer el aprendizaje de la química a través de las explicaciones de las neurociencias.

Por su parte, se finaliza con la fase de evaluación, que de acuerdo con Elliott como se citó en Latorre (2005) se revisa y valora el plan general, de tal manera que “se hace un reconocimiento del plan, sus posibilidades y limitaciones”, por lo que se evalúa las actividades didácticas implementadas con los estudiantes de tercer año. En este sentido, se destaca al cuestionario como técnica de recolección de datos, ya que permite entender las trascendencias de las actividades en la formación de aprendizajes de la química.

De esta forma, la investigación-acción participativa involucra y caracteriza al investigador como sujeto activo que interactúa con su campo de estudio, por lo que le permite conocer y comprender con exactitud la realidad a la cual está inmerso, puesto que logra ejercer acciones para mejorar y transformar aquellos aspectos que requieren cambio (Colmenares, 2012).

## **2. Técnicas de recolección de la información**

Las técnicas de recolección de datos, se basan en situaciones y criterios específicos de diseño, aplicación y análisis, pues desde la postura de Tarrés (2001)

estas técnicas de recolección de datos cumplen con funciones diversas dentro de la investigación cualitativa. La primera de ellas, es el complemento o apoyo de la información de primera mano, es decir, de la teoría; además, de ser la base y suplemento de otras formas de recolección y análisis de información como documentos, estadísticas, encuestas, informes, entre otros. Y la segunda, cumple la función de convertirse en un supuesto teórico y paradigmático al transformarse en metodologías que ayudan a recuperar fragmentos de procesos históricos que facilitan la comprensión de la vida social, como el caso de la entrevista.

En tal sentido, la recolección de datos en la investigación cualitativa, permite reunir información sobre la intervención misma a fin de validar y analizar los efectos que tiene sobre las prácticas, y, por consiguiente, proporciona un momento crucial en la participación de las dinámicas escolares al explicar e interpretar las realidades sociales que se pretenden estudiar.

Por tanto, la presente investigación pretende sustentar los datos teóricos del aprendizaje a partir de la información empírica que brinda el campo de estudio, es decir, de los conocimientos que arrojan los estudiantes de educación secundaria, específicamente de tercer año, logrando concretar lo que dice la teoría con la práctica, de modo que ayude a explicar cómo se da el aprendizaje en la asignatura de química, y por supuesto, como se logran apreciar esos cambios neuronales a partir de los comportamientos y diálogos que se presentan en los escenarios donde se desenvuelven estas dinámicas.

No obstante, es preciso agregar que la recolección de los datos que brindó el ambiente de estudio, se llevó a cabo mediante técnicas como el cuestionario, el diario de campo y la observación participante, en donde por un lado se registran los comportamientos, dinámicas y diálogos que surgían de los estudiantes al desempeñar una actividad, mientras que, por otro lado, se rescatan los argumentos de los actores involucrados en los escenarios escolares a través de cuestionamientos que recuperan la trascendencia de las actividades implementadas.

### **a. La observación participante**

La técnica de recolección de datos en donde se obtiene y analiza la información en función de la observación y participación directa, se denomina observación participante. De este modo, permite al investigador involucrarse y participar directamente en las prácticas escolares para alcanzar una comprensión detallada de los fenómenos estudiados.

Es así que, la observación participante posibilita al investigador “acercarse de una manera más intensa a las personas y comunidades estudiadas y a los problemas que le preocupan, y permiten conocer la realidad social que difícilmente se podría alcanzar mediante otras técnicas” (Latorre, 2005), por lo que, es un soporte para intervenir en las dinámicas escolares y describir cómo analizar en tiempo real lo que acontece en la práctica.

De esta forma, en la investigación se implementa un conjunto de aspectos que permiten entender los efectos de las actividades que se desarrollan con el grupo de tercer año, en donde el docente toma un rol activo en la indagación como en la recuperación de saberes de los estudiantes, por tanto, se hace uso de un instrumento que logra conocer los comportamientos, diálogos, como el clima engendrado con el grupo<sup>3</sup>. En otras palabras, se recupera aquella información que tiene relevancia en los estudiantes de educación secundaria como en esta investigación, con la finalidad de buscar una explicación a los fenómenos y actividades implementadas en el aula como en aquellos espacios destinados para enseñar cómo aprender.

### **b. Diario de campo o del investigador**

El diario del investigador facilita la comprensión de los fenómenos estudiados como la reflexión de la actividad realizada, por lo que proporciona información de gran utilidad dentro de la investigación cualitativa, en el momento en que ocurre la actividad

---

<sup>3</sup> Véase anexo 2, instrumento 1, donde se aprecia el instrumento que se utilizó para recolectar los datos a partir de la observación participante del grupo de tercero “A”

o posterior a ésta, de tal manera que reúne datos que ayuden a plasmar las acciones elaboradas por los docentes.

El diario, de acuerdo con Latorre (2005) tiene las siguientes ventajas dentro de la investigación educativa:

- Es un medio efectivo para facilitar aspectos de importancia para el profesor y para el alumnado.
- Sirve para generar cuestiones e hipótesis sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, y proporciona información de primera mano de las experiencias efectuadas.
- Ayuda a darse cuenta de cómo el profesorado enseña y el alumno aprende.
- Proporciona un registro continuo de los eventos del aula y de las reflexiones del profesorado.
- Promueve el desarrollo de la enseñanza reflexiva

En tal efecto, el diario de campo cumple una función importante dentro de esta investigación, ya que describe los momentos exactos de los desenvolvimientos y dinámicas generadas con el grupo de tercer año, tomando el valioso aporte de los diálogos entre los estudiantes como entre docente y estudiante, facilitando la comprensión e interpretación de las actividades implementadas en la asignatura de química.

Por lo cual se utiliza un cuadro de doble entrada donde se refleja la actividad desarrollada, y por otro lado se implementa la reflexión y trascendencia de la actividad elaborada<sup>4</sup>, con el objetivo de dar cuenta de los procesos de aprendizaje de los estudiantes al desempeñar las actividades didácticas y situaciones puestas en práctica en esta investigación, logrando fundamentar los elementos empíricos y teóricos que expliquen el comportamiento cerebral al efectuar las dinámicas con los actores.

---

<sup>4</sup> Véase anexo 3, fotografía 1, en la cual se muestra evidencia del diario del profesor que se realizó posterior a las intervenciones con el grupo de tercero "A", en donde se recuperan diálogos, influencias y dinámicas realizadas.

### **c. El cuestionario**

Este tipo de técnica de recolección de datos consiste en el diseño e implementación de una serie de cuestionamientos o preguntas que los participantes dan por escrito para obtener información y evaluación de los efectos de la intervención. Por lo que, debe de considerarse que “no hay respuestas verdaderas, sino respuestas apropiadas que mantienen un diálogo abierto” (Latorre, 2005).

En tal sentido, se implementan una serie de preguntas que permiten partir con el diseño y desarrollo de las actividades didácticas, como en la validación de las acciones implementadas con los estudiantes de tercer año grupo “A”. En primer lugar, se lleva a cabo la pregunta ¿Cómo aprendo? Con el fin de conocer a los adolescentes y comenzar a trazar una línea que una los avances de las neurociencias con las formas predilectas de aprender de las y los alumnos.

Por otra parte, se valoran los alcances de las actividades didácticas implementadas con los estudiantes de educación secundaria en la asignatura de química, a través de cuestionamientos como ¿Qué actividad fue la que me gustó más y por qué? ¿Qué actividad fue la que menos me gusto, por qué? y ¿Cómo me sentí en las clases de química? ¿Cómo me sentí con las dinámicas y juegos que se realizaron en clase? Interpretando la trascendencia y desarrollo de las situaciones elaboradas en los espacios de aprendizaje, permitiendo dar una explicación a los procesos de asimilación e interiorización de la información, partiendo de los fundamentos biológicos y científicos de las neurociencias para lograr entender la evolución neuronal en los estudiantes<sup>5</sup>.

Además, las respuestas brindadas por los estudiantes del grupo de tercero “A”, permiten darle fuerza a las explicaciones y descripciones que se discuten en esta investigación, por lo que dichos argumentos están citados con la inicial del primer nombre del adolescente que ofrece la información, como el año en donde tuvo a bien proporcionarse ese comentario. De esta forma, las categorías de aprendizaje como

---

<sup>5</sup> Véase anexo 2, instrumento 2, donde se aprecia el cuestionario que se utilizó con los estudiantes para valorar el alcance de las actividades en las clases de química



las actividades elaboradas con base en el funcionamiento cerebral, se evalúan en virtud de las respuestas emitidas por los estudiantes.

## **B. Análisis e interpretación de resultados**

La neurociencia en el campo de la educación, proporciona datos que ayuda a deconstruir y reconstruir los procesos de enseñanza en la educación secundaria, con la intención de conocer y despertar el interés de los estudiantes por aprender, de tal forma que se reconoce, ejecuta e integra los propósitos de la educación secundaria en la enseñanza de las ciencias, principalmente en química, cumpliendo con la formación científica de los aprendices al explorar y comprender el mundo natural y social, y al mismo tiempo, a la aplicación de los conocimientos en los diferentes contextos y situaciones sociales y ambientales.

De este modo, la satisfacción de conocer y examinar el conocimiento cerebral, permite entender las características propias de cada integrante del grupo de tercero “A”, al penetrar en las esencias y características personales de cada sujeto; por lo tanto, el vislumbrar las individualidades, se logra centrar la mira a cada uno de los cerebros que aprenden, diseñando un camino que englobe una mejor respuesta a los procesos de aprendizaje.

En este sentido, “la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química” responde a la comprensión de los aprendizajes de los estudiantes de educación secundaria, al entender los mecanismos a los cuales el cerebro aprende; comprendiendo cómo y en qué momento este órgano está dispuesto a aprender, por lo que la investigación dispone de una metodología cualitativa que explique e interprete los escenarios donde se llevaron a cabo las observaciones y registros que permitieron acercarse a este tema de estudio.

Por tal motivo, entender a la neuroplasticidad como precursor de las modificaciones y alteraciones cerebrales (producto de los aprendizajes generados por el ambiente y estímulos provenientes de sus sentidos), confiere que todo proceso de aprendizaje desata un comportamiento a nivel neuronal, es decir, una comunicación entre las células responsables de la transmisión de la información del medio; por lo

tanto, el aprendizaje en la asignatura de química, le dota al cerebro la habilidad asombrosa para poder cambiar, debido al conocimiento que dirige el adolescente entre sus células nerviosas.

De esta forma, el aprendizaje generado por los estudiantes, le proporciona la habilidad plástica y flexible del cerebro para cambiar la arquitectura de este órgano, por lo que, los conocimientos que adquiere el aprendiz a lo largo de la vida y la información que le es brindada, altera y modifica la estructura cerebral, en virtud de lo cual, intensifican las comunicaciones sinápticas con el logro y vínculo de un conocimiento existente con uno nuevo, así como al recrear nuevas conexiones en la fisiología neuronal.

Por lo tanto, en el siguiente apartado “análisis e interpretación de resultados”, se describe las realidades educativas en función de los mecanismos cerebrales, brindando una explicación del comportamiento de las neuronas en el proceso de aprendizaje y de la memoria; resaltando a su vez, que este análisis se llevó a cabo en la Escuela Secundaria Federal N° 17 “Benemérito de las Américas”, principalmente con los estudiantes de tercer año, grupo “A”.

No obstante, es preciso subrayar que estos procesos de análisis e investigación se dio en la asignatura de química, sobre todo porque se explica por un lado, el conocimiento y los mecanismos de aprendizaje del cerebro adolescente, y por otra, entender que actividades fueron funcionales para crear esa llamada neuroplasticidad que es el punto de encuentro de esta investigación, así como de aquellas dinámicas que no resultaron tan prácticas para el logro de los aprendizajes, y por supuesto, del modelaje del cerebro.

En este marco introductorio, y siguiendo con los objetivos que persigue esta investigación, se recogieron datos escritos por medio de la observación participante, diario de campo e incluso se recabó información a través de cuestionarios que fueron la base para este análisis, por lo tanto, se pretenden seguir tres líneas de estudio:

La primer de ellas, interpreta los mecanismos del aprendizaje de los estudiantes de tercer año, a partir de la pregunta ¿Cómo aprendo?, y al mismo tiempo, reconocer las experiencias previas para la conformación de los nuevos conocimientos; en segundo término, se explica desde la experiencia y participación del mismo

investigador, las principales categorías que resultaron enriquecedoras para las y los estudiantes, logrando la llamada neuroplasticidad en su procesador biológico, es decir, en su cerebro; engrandeciéndolo a su vez, con los diálogos y acontecimientos que ocurrieron en tiempo real, asimismo generando el siguiente cuestionamiento que permite conocer a detalle qué actividad fue la más funcional, la cual fue: ¿Qué actividad fue la que más me gustó, por qué?

Finalmente, se hace un análisis con las actividades que no fueron del agrado de las y los estudiantes en el aprendizaje de la química, lo que da una explicación a nivel cerebral de lo que acontece en este órgano biológico, demostrando cómo aprende desde lo que no les gusta, es decir, de qué manera el cerebro inhibe la información que provee el ambiente a partir de ciertos factores que no logran focalizar su atención, de este modo, se les cuestiona a los estudiantes de educación secundaria lo siguiente: ¿Qué actividad fue la que menos me gustó, por qué?

### **C. Formas de aprender de los alumnos de tercer grado grupo “A”**

Las y los estudiantes de tercer año grupo “A” se caracterizan por su amplia capacidad de entender los contenidos de la química por medio de la experimentación y la socialización, por lo que necesitan estar constantemente manipulando e interactuando con el objeto de estudio y con los otros, de modo que tienen mayor disposición por aprender cuando se sitúan estas características en los espacios escolares; en cambio, cuando la información que se transmite es teórica y sin sentido, como al mantenerlos estáticos, tienden a dispersar su atención como su interés por aprender de la química, siendo una desventaja en sus procesos de retención y asimilación de la información.

Estas primeras peculiaridades que se presentaron y se registraron a través de técnicas como el diario de campo y la observación participante, logran acercarse a las formas predilectas de aprender de las y los estudiantes, y con ello, a interpretar lo que ocurre en el interior de sus cerebros al efectuar estas dinámicas. Por lo tanto, la tarea principal del investigador, fue conocer las características personales de cada uno de los actores que se involucraron en dicho proceso.

En tal sentido, se llevó a cabo con las y los estudiantes la siguiente pregunta: ¿Cómo aprendo? Con la intención de rescatar la información que brindaron cada uno de los actores y, a su vez, trabajar con los argumentos que permitieron construir y diseñar las actividades, logrando identificar sus intereses, y facilidades de aprendizaje.

Pues de este modo, el aprendizaje de las y los estudiantes se ve favorecido con los insumos y herramientas que el docente proporciona en sus dinámicas escolares, dado que la importancia de reconocer y escuchar a cada uno de los aprendices es una oportunidad que satisface las metas de la educación, ya que su objetivo principal es el logro de los aprendizajes de los sujetos que están inmersos en este mundo circundante.

Por tanto, este estudio permite captar las diferencias e individualidades de los aprendices, logrando distinguir entre algunos elementos muy importante que detonaron el cómo aprenden los estudiantes; el primero de ellos es la comprensión de la información por medio de la música, alcanzando una fijación, grabación y trabajo más eficiente; y por otro lado la asimilación de los contenidos de química a través de la experimentación, ya que se menciona que aprenden mejor cuando están interactuando, manipulando y observando lo sucedido en su ambiente.

Además, se recuperan los argumentos en cuanto a la importancia de las actividades lúdicas en la educación secundaria, por lo que ofrece una perspectiva enriquecedora a los procesos de aprendizaje y memoria en la adolescencia, pues a través de este tipo de actividades, se pone en juego la integración y socialización entre los estudiantes, así como el reforzamiento de los contenidos de la química, ya que se llevan a cabo los impulsos eléctricos y químicos, y con ello la segregación de neurotransmisores que permiten un mayor impulso en las conexiones neuronales.

Estos elementos como moduladores y formadores del aprendizaje, y por supuesto del trabajo que desempeña su cerebro para la asimilación de los contenidos, explica a nivel neuronal de lo que sucede en el interior de los adolescentes cuando se les dota de estas herramientas. En este sentido, los argumentos que brindaron las narraciones de las y los estudiantes del tercer año grupo "A", a través del cuestionamiento ¿Cómo aprendo? Permite centrar una mirada integradora que resuelve satisfactoriamente las formas en cómo aprende el grupo, por lo que se trabajó

con las respuestas para el diseño e implementación de las actividades en el aula o en los espacios escolares donde se destina esta tarea.

Por lo que a continuación, se brindan las narraciones que proporcionaron los estudiantes en cuanto a la pregunta ¿Cómo aprendo? Destacando los elementos antes mencionados:

«Yo aprendo escuchando música, mientras leo y hago resúmenes y mapas mentales» (Y. 2022)

«Puedo aprender de cualquier manera, pero es más divertido por medio de dinámicas, actividades y juegos» (J. 2022)

«Yo la verdad es que me concentro más con música, haciendo dinámicas y trabajos tipo juegos» (J. 2022)

«Escuchando música y visual o auditivamente, además de gustarme la experimentación» (I. 2022)

«Aprendo a través de la experimentación y la práctica, es todo cuestión de prueba y error» (K, 2022)

«Soy más perspectiva así que aprendo mejor observando o realizando las cosas, ya que así veo cómo funciona, y aprendo mejor que con solo oír las cosas porque me confundo demasiado y me cuesta más» (M. 2022)

«Teniendo hambre de más conocimiento y muchas veces por parte de la música, y algunas veces aprendo con excelentes profesores» (D. 2022)

«Por experimentación» (I. 2022)

«Yo aprendo con prácticas, esquemas, incluso videos. También me gusta trabajar en equipos, parejas, etc.» (M. 2022)

«Aprendo los temas manteniendo mi atención en eso y que la explicación esté completa o bien redactada» (A. 2022)

«Aprendo mejor al aire libre, la música me ayuda a realizar más rápido las actividades» (J. 2022)

«Voy mejorando cada vez en el caso de hacer ejercicios de prueba» (U. 2022)

Fuente: Elaboración propia

Inferir sobre los procesos de aprendizaje de los estudiantes a partir de los argumentos proporcionados, posibilita una entrada a su cerebro, y con ello, a los mecanismos a los cuales la información del medio es procesada y almacenada por este órgano. En este sentido, entender a las neurociencias como punto de encuentro entre los modos y formas de aprender con los instrumentos e insumos que favorecen estos procesos de retención y asimilación de la información, logra considerar al procesador humano como el responsable de los cambios conductuales que tiene el sujeto debido a su medio y sus experiencias previas que construyen y reconstruyen al cerebro humano.

Por tal motivo, bajo las perspectivas del grupo de tercer año, se estima que las y los estudiantes les agrada aprender a partir de: el fomento de la música, las influencias del ambiente, las actividades lúdicas, y con ello la experimentación. Lo que permite hacer un análisis al momento de enfatizar estas categorías que seleccionan los estudiantes, pues su proceso de captación de información es mayor, sin embargo, las formas en las que se les presenta la información van a influir en la retención de la misma, por lo que el rol del docente influye en la construcción del conocimiento.

De este modo, el rol docente en la construcción de aprendizajes tiene una tarea esencial a la hora de transmitir los contenidos y con ello, alcanzar los aprendizajes de sus estudiantes, por lo que la disposición de formarse constantemente y estudiar las bases neurocientíficas, serán sustanciales para reconocer cómo y cuándo el cerebro está dispuesto a aprender.

Además, distinguir entre las diferencias individuales y los mecanismos de aprendizaje, ayuda a formalizar y encaminar un aprendizaje significativo, es decir, a una modificación y alteración dentro de las redes y circuitos de comunicación neuronal, logrando una integración y almacenamiento más viable del conocimiento.

Entender cómo aprenden las y los estudiantes en cualquier nivel escolar, es una tarea demasiado compleja para los docentes que cumplen el papel de la enseñanza, ya que captar la atención de la mayor parte de los aprendices provoca el análisis y sistematización de sus formas de entender y procesar la información, por lo cual comprender cómo aprenden los sujetos de interacción social, permite reconocer que

cada estudiante es único y diferente, y con ello, que cada cerebro es exclusivo de cada persona.

A pesar de que todos cuentan con la misma estructura cerebral, es decir, con ramificaciones dendríticas, un soma y un axón; el cerebro no es el mismo. Esto despierta el interés por comprender de qué manera aprende cada cerebro, pues las influencias de su contexto en donde fueron criados resultan de gran importancia en el modelo cerebral con el que se cuenta actualmente; lo que nos permite entender que las experiencias pasadas tienen un alto grado de incidencias en cuanto a sus habilidades, destrezas, talentos e intereses

#### **D. Recuperación de ideas previas**

En la asignatura de ciencias III. Química, se hizo uso de estos elementos para la conformación e interiorización de los datos, dado que, al momento de introducir o desarrollar un contenido en concreto, se expresan las ideas y experiencias previas que son la base para anclar el conocimiento como de construir el aprendizaje. De esta forma, se utilizaron las preguntas generadoras y el diálogo como herramientas para evocar la información de los estudiantes en la materia de química; como, por ejemplo, en el contenido de la primera revolución de la química, bloque I. Las características de los materiales, se empleó una serie de preguntas que ayudaron a profundizar sobre el tema de estudio, y enlazarlo a su vez, con la información que ya se conoce y es familiar para ellos.

Profesor: Ahora veamos, por ejemplo, ¿Qué pasa con el agua de la lluvia que cae a la calle? ¿Desapareció?

Estudiante: No, se evaporó. Como cuando metimos las manos al alcohol ¿No? Y se secaron

Estudiante 2: Se transformó

(Diario del profesor, noviembre, 2021)

Otra situación similar se presentó en el tema de mezclas y sustancias puras: elementos y compuestos, específicamente en el bloque II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química, en donde las y los estudiantes manifestaron lo que conocían, al cuestionar y presenciar lo siguiente:

Profesor: Bien, ya les di tiempo de anotarla en su cuaderno y le dieron respuesta, ahora si les pregunto ¿Qué entienden por puro? Qué me dirían, desde lo que escribieron

Alumno1: Que no está contaminado o algo así

Alumno 2: Yo puse que es cuando no está mezclado con otra cosa

Profesor: Muy bien, vamos por el buen camino, pues cuando hablamos de la palabra puro o pureza se hace referencia a que conserva sus propiedades originales o su naturaleza, y sí, no está mezclado con otro elemento, y por lo tanto está solito; y ahora, ¿Han escuchado la palabra quilates?

Alumnos: Si

Alumno 3: Si, en las pulseras, collares y cosas de oro

Profesor: Sí exactamente, en los objetos de oro, pero en realidad ¿Qué significa la palabra quilates? (algunos estudiantes a través de la cámara, se muestran dudosos)

Alumno 4: Es la pureza del oro

Profesor: Muy bien Uriel, representa la pureza del oro, pero cuando nos dicen que tiene 24 quilates, es porque es completamente puro...

(Diario del profesor, enero, 2022)

De esta manera, contar con las ideas previas de las y los estudiantes de educación secundaria, hace posible la comprensión de su realidad más cercana, y con ello, la trascendencia que tendrá la información que le es proporcionada. Por este motivo, la recuperación de las experiencias previas de los aprendices, fundamenta la importancia del vínculo que tiene el conocimiento de la química con su vida cotidiana, ya que propicia su capacidad de evocar los recuerdos e ideas construidas durante su trayecto de vida, accediendo a la asimilación de la información con mayor profundidad.



Por lo tanto, comprender cómo aprende el cerebro humano desde las bases de las prácticas pedagógicas, hace posible un entendimiento profundo de los mecanismos de acción de este órgano, lo que ayuda a estimar que el cerebro nunca deja de crecer y desarrollarse, y, por consiguiente, la información con la cual disponen los adolescentes debido a sus experiencias pasadas, conforman ese cableado de comunicación neuronal con apoyo de los nuevos datos que se le presentan.

De modo que, el aprendizaje en cualquier etapa de la vida, brinda la oportunidad de conocer y profundizar más sobre el mundo en el cual estamos rodeados, pero cabe preguntarse ¿Cómo es que recordamos tanto? ¿Qué pasa en el cerebro cuando aprendemos algo completamente nuevo? Sin duda alguna, el cerebro humano es una herramienta que integra toda la información que necesitamos para sobrevivir o enriquecer nuestras necesidades, por lo tanto, es un órgano vital para integrar la información que necesitamos del ambiente.

Sin embargo, cuando aprendemos o evocamos un recuerdo, el cerebro se pone a merced de nuestras experiencias pasadas, de modo que permitirán cruzar lazos para adquirir, almacenar, digerir y transmitir el nuevo conocimiento. De esta forma, el cerebro cambiará su cableado y circuito de comunicación neuronal, logrando modificar la conducta del ser humano; conformando lo que se conoce como neuroplasticidad.

La neuroplasticidad dada por la experiencia pasada y el aprendizaje, alcanza un alto grado de transformación al modificar la estructura cerebral, pues los impulsos neuronales se intensifican y crean nuevas ramificaciones dendríticas que ayudarán a recordar y reconocer la información por más tiempo, por ende, la neuroplasticidad ayuda a interpretar lo que ocurre cuando aprendemos un contenido; no obstante estos impulsos nerviosos estarán favorecidos cuando intentamos asociar el conocimiento con nuestros esquemas mentales ya definidos.

Por ello, el aprendizaje y la neuroplasticidad que se genera a partir de los conocimientos que brinda el ambiente y de las experiencias previas de los adolescentes, son un primer gran instrumento que ayuda a entender que sucede cuando el cerebro aprende satisfactoriamente un contenido, pues en pocas palabras, sufre un cambio en su sistema de transmisión neuronal y estructural.

Cuando pretendemos conocer el mundo que nos rodea, adquirimos esa disposición por incorporar los conocimientos que nos brinda el ambiente, por lo tanto, esta idea se traslada al campo educativo, en donde las y los estudiantes adquieren la información que los docentes ofrecen. No obstante, Ausubel en su teoría sobre el aprendizaje significativo, toma como referencia a las experiencias previas como las principales moduladoras del aprendizaje, dado que produce una interacción entre lo ya existente con la nueva información, logrando entender estas en el proceso de asimilación e interiorización.

Bajo este mismo contexto, podemos considerar este tipo de aprendizaje como el formador y reconstructor de las conexiones neuronales, y por supuesto de los cambios que sufre el comportamiento humano, puesto que, se debe de considerar al alumno como un sujeto formador y conformador de saberes que se reconstruyen constantemente debido a su actividad diaria, por lo que, los adolescentes ya cuentan con experiencias definidas que son un gran aliado para conformar y edificar el aprendizaje.

Por ese motivo, se sostiene que los cambios que sufre el cerebro debido al aprendizaje que adquiere de su medio, se manifiesta a través de la conducta y de la neuroplasticidad, es decir, a través de las modificaciones que sufre la arquitectura cerebral debido a la adquisición de nuevos conocimientos.

Por esta razón, cuando un estudiante adquiere la información que ofrece el docente, en su interior hay una elaboración muy importante, pues sus conexiones neuronales están efectuando una gran cantidad de comunicaciones sinápticas que logran recordar y evocar los datos anteriores con la intención de situarlos y relacionarlos con la nueva información o el nuevo conocimiento; en otras palabras, en el cerebro se lleva a cabo un sistema muy complejo que ayuda a interpretar lo que sucede cuando aprendemos, de modo que las comunicaciones nerviosas se ven reforzadas por la nueva información y el vínculo que existe con los datos ya existentes, además, la estructura de comunicación neuronal se ve dotado de nuevos circuitos, cambiando las redes celulares.

De esta forma, la alta capacidad del cerebro para recordar y almacenar la información de su ambiente, está dada por los conocimientos y experiencias previas

que los adolescentes experimentan a lo largo de su vida, por lo que las habilidades, destrezas, talentos e intereses estarán mediadas por los factores socio-culturales que se proyectaron en el transcurso y formación de cada persona.

De este modo, la idea de que el estudiante llega al salón de clase como “limpias pizarras pasivas”, es un error que tanto Dewey como Ausubel han descartado, pues los aprendices llegan con una construcción propiamente definida por el ambiente familiar y social, por lo cual las vivencias presentadas por los estudiantes serán el modulador principal del aprendizaje, puesto que la construcción de conocimientos estará sujeta a los datos que previamente fueron adquiridos por los sentidos.

Por consiguiente, dichos cimientos elaborados por el pasado, son el fundamento para inferir que el cerebro es un órgano que se reconstruye y modifica constantemente debido a la nueva información o el nuevo conocimiento que son brindados por el entorno, y que, a su vez, son vinculados con las vivencias pasadas del estudiante. De acuerdo con Salazar (2005):

Quando se incorporan nuevos aprendizajes, estos se vinculan con experiencias pasadas. Dicha conexión puede ser significativa y va a depender del grado de vinculación y familiaridad con las redes conceptuales almacenadas. La adquisición de nueva información produce nuevas conexiones sinápticas; estas conexiones se forman y se fortalecen cuando las experiencias son familiares e incorporan elementos novedosos y coherentes para el sujeto que aprende (p. 10).

Es así que, el aprendizaje que se genera en el aula o en los espacios donde se destina esta tarea para consolidar los contenidos de la química, están influenciados por varios factores atencionales, motivacionales y asociativos, por ende, la novedad, la sorpresa y los procesos que enlazan lo previo y lo nuevo son funcionales para comenzar a transmitir las comunicaciones sinápticas con mayor facilidad, haciendo

uso de esos neurotransmisores que ayudan a trasladar la información con una multitud de velocidades.

Dado que, las ideas previas toman significado en la conformación y construcción de aprendizajes, es necesario considerar que la actividad neuronal está a merced de estos ingredientes que intensifica su conectividad, por tanto, recuperar las experiencias previas de los estudiantes de educación secundaria para adaptar el aprendizaje de la química a situaciones cotidianas, ayuda a la configuración neuronal, debido a que son hechos y acontecimientos que el estudiante ya conoce y recuerda con sencillez, por lo que su atención estará más visible por un periodo más prolongado, dándole sentido y significado a lo que se le transmite.

En virtud de ello, la estructura cerebral se verá favorecida por la cantidad de información que pasa a través de dicha neurona, logrando intensificar y reforzar su comunicación y su fisiología al modificar su estructura.

### **E. El proceso de aprendizaje de los alumnos de tercer grado**

«Me gusta que nos pone música y hay trabajos en equipo» (U. 2022)

«Yo la verdad es que me concentro más con música, haciendo dinámicas y trabajos tipo juegos» (J. 2022)

Te has cuestionado ¿Qué es lo que ocurre en el cerebro de las y los estudiantes cuando “tratan” de prestar atención a lo expuesto en clase? Quizá su atención estará focalizada durante cierto periodo de tiempo, dependiendo del tipo de información y la manera en cómo esta es expuesta, pero ¿Qué es lo que ocurre después? ¿Estarán divagando en su propio mundo o estarán prestando aún la atención en clase?

Todos estos mecanismos de acción comparten un fin en específico, y es que las neurociencias se han adelantado en resolver esos cuestionamientos que hoy en día tienen una respuesta, pues tratan de solucionar el compromiso que tienen los docentes en su rol como formadores y guías del aprendizaje, en el sentido de brindar una oportunidad para despertar y mejorar los procesos atencionales y memorísticos

que se desprenden del aprendizaje, y con ello, de los procesos de enseñanza que desenvuelven un papel importante dentro de los mecanismos del cerebro.

Desde esta perspectiva, se desprenden las configuraciones a las cuales el investigador y sujeto participante desempeñaron durante la intervención en el campo de estudio, por lo tanto, se logró apreciar 3 categorías que permitieron identificar aquellas actividades que accedieron a contemplar una configuración neuronal, es decir, un conocimiento que es reforzado (neuroplasticidad) a través de los estímulos del ambiente, y que son incorporan a través de los sentidos.

En virtud de ello, el análisis en cuanto a cómo aprenden las y los estudiantes de educación secundaria grupo “A”, permite hacer un primer vistazo a las capacidades y formas predilectas de aprender, por lo que y en función de la participación y desenvolvimiento en las dinámicas escolares con el grupo, se determinaron 3 categorías que permiten vislumbrar una alteración a nivel cerebral, esto principalmente traducido, en el logro de los aprendizajes de la química. Por lo tanto, el análisis y las interpretaciones se harán en función de los siguientes apartados:

- Las analogías: un encuentro entre lo previo y lo nuevo
- La lúdica y el juego como espacio de socialidad del aprendizaje
- Observar, manipular y entender la química: experimentar para aprender

Asimismo, considerando el trabajo y las investigaciones que han desempeñado las neurociencias para comprender cómo y de qué forma aprende el cerebro, y por supuesto, con las evidencias obtenidas en el campo de estudio, se examina la importancia de las emociones en el campo de la educación, ya que, hablando desde el enfoque neurobiológico, el cerebro tiene más disposición por aprender cuando el ambiente es positivo y favorable, mientras que las emociones y entornos negativos como el miedo y el estrés, disminuyen los procesos de retención y almacenamiento de la información.

Al trasladarlo al funcionamiento cerebral, las conexiones sinápticas se ven favorecidas por las influencias positivas del ambiente, esto al segregar neurotransmisores que permiten un mayor traslado de la información; mientras si estas son negativas, los impulsos neuronales se inhiben, evitando que los datos se

mantengan por una corta cantidad de tiempo, llevándola a la memoria de corto o mediano plazo.

Profesor: Bien, ahora. ¿De qué elemento se trata? Se encuentra en el periodo 3, grupo 2. (todos los equipos alzan la mano a la vez, y no se distingue quién fue el primero en alzarla)

Alumno 1: ¡Yo, yo! (manifestando un comportamiento desesperado por darle la palabra)

Alumno 2: Levantó primero la mano Paola, profe

Alumno 3: ¡A mariana, déselo a mariana! (golpeando la banca con su cuaderno, por lo que algunos estudiantes se ríen por la acción)

Profesor: Uy, no vi bien. A ver, otra vez (levantan la mano todos a la vez). Mmm a ver Erick

Alumno 4: ¡Yo la levante primero!

Alumno 5: Es el sodio

Alumna: Ay no, yo ya no juego (cruza las manos, se voltea y ya no volvió a participar; se nota molesta)

(Diario del profesor, marzo, 2022)

Aunado a esto, los ambientes positivos en donde se pone énfasis la novedad, la sorpresa y los procesos que subrayan lo previo con lo nuevo, influyen en las conexiones y reconfiguraciones neuronales, ya que brindan un soporte a los procesos atencionales y memorísticos del sujeto, ayudando a los momentos del aprendizaje, esto traducido en modificación cerebrales.

Así es como, las influencias musicales toman un rol importante en los procesos de ejecución y elaboración del aprendizaje (elementos recuperados por las y los estudiantes), puesto que es una herramienta agradable y amena para los aprendices, por lo que el proceso de atención está a merced de esta actividad externa del ser humano, de modo que logra mantener la concentración por más tiempo, externando emociones positivas y un trabajo más dedicado y enfocado.

En ese marco, los siguientes apartados integran las narraciones que brindaron las y los estudiantes del tercer año grupo “A” con la pregunta ¿Qué actividad fue la que más me gusto y por qué?, además de incorporar las experiencias y observaciones vivenciadas por el investigador, lo que logra enriquecer los datos neurocientíficos a partir de la unión entre lo empírico y lo teórico, apareciendo la llamada neuroplasticidad en la asignatura de la química.

### **1. Las analogías: un encuentro entre lo previo y lo nuevo**

En la asignatura de química, se utilizaron una serie de situaciones contextuales que permitieron comprender y asimilar con mayor facilidad los contenidos correspondientes de ciencias, como en los temas de: estados y cambios de agregación de la materia, enlace químico, propiedades de los metales y su importancia de rechazar, reducir, reusar y reutilizar los metales, la segunda revolución de la química, reacciones químicas, entre otros<sup>6</sup>.

Por lo que, situar y darle sentido a la química es una tarea sustancial que ayuda a entender que el mundo natural y social tiene una serie de explicaciones lógicas que dan significado a los hechos cotidianos a los cuales estamos interactuando constantemente. De esta forma, en la enseñanza de la química, las analogías implementadas permiten explicar los contenidos científicos y facilitar los procesos de aprendizaje de las y los estudiantes del tercer año, grupo “A”.

Situación de aprendizaje 1:

Se comienza a realiza el esquema de un átomo en el pizarrón, dibujando caritas y un lobo en la parte externa

Alumno 1: ¿Qué es eso?

Alumno 2: Profe porque dibuja un perro

---

<sup>6</sup> Véase en anexo 3, fotografía 2, en donde se hace uso de las analogías para ejemplificar los contenidos de la química en los temas de reacciones químicas y uso e interpretación de la tabla periódica

Profesor: ¡Emm, no es un perro! (generando una pequeña risa). Alguna vez han jugado ¡Lobo, lobo estás ahí!

Alumnos: Si

Alumno 3: Uy, en la primaria

Profesor: ¿Y qué es lo que hacían ahí?

Alumno1- Entre todos hacían un círculo y cantaban, jugaremos en el bosque... y el lobo nos atrapaba cuando decía la palabra listo

Profesor: ¡Vientos! Pues bien, vamos a utilizar esta simulación para ver cómo se enlazan los átomos. Imaginemos que la mamá es Andrea y que quiere proteger a sus hijos que están en los orbitales, sus hijos son todos ustedes (comienzan a reír un par de estudiantes); y pensemos que lan es el lobo, es decir, otro átomo hablando en términos químicos.

Ahora imaginemos que están algunos de ustedes muy alejados de su mamá porque estaban jugando, ubicándose en el segundo orbital, entonces llega lan que tiene hambre y se quiere comer a alguno de ustedes; ¿Cuál sería más fácil que se coma, los que están más alejados de su mamá o los que están más cerca? Es decir, ¿los que están en el primer o segundo orbital?

Alumnos- Los del segundo

Profesor- ¿Por qué?

Alumnos- Porque están más alejados

Profesor- ¡Ah! Y entonces qué va a pasar con los átomos

Alumno 4- Van a tomar a los electrones que están más alejados ¿No?

Profesor- Si, exactamente ¿Y a estos electrones como los llamamos?

Alumnos: Electrones de valencia

(Diario del profesor, febrero, 2022)

“Memorizar sin entender ni contextualizar no ayuda. Debemos entender y articular el concepto nuevo con los que ya poseemos” (Veiga, s.f.); es así que, contextualizar y familiarizar los nuevos contenidos o la nueva información a través de datos meramente novedosos, creativos y vinculados con la realidad, ayudan a la



apropiación de los conocimientos de la enseñanza de la química y con ello, adaptarla a la realidad de las y los estudiantes para que comprendan el mundo que les rodea.

De este modo, la unión entre lo previo y lo nuevo origina la evocación de los recuerdos que con anterioridad fueron construidos por los estudiantes, logrando que el cerebro comience a efectuar representaciones mentales de los hechos experimentados, y a su vez, ensamble los datos recientes, permitiendo que lo nuevo tenga sentido y significado para aquel que aprende de lo aún desconocido.

Por si fuera poco, hay que considerar que el estrecho vínculo entre lo familiar con lo desconocido, pone en evidencia los procesos cognitivos del adolescente, ya que interna como externamente se ven involucrados los elementos sensorio-perceptivos, como los aspectos de la atención, la imaginación y la memoria, llevando a cabo una serie de conexiones celulares que ayudan a recordar y comunicar la información anterior, prestando de esta forma, mayor disposición por aprender y desenvolverse en las dinámicas escolares, pues al enlazar lo conocido con la información reciente, se lograra un aumento en la concentración e interés en el tema de estudio.

Es así como, los docentes como formadores y guías del aprendizaje, toman un rol importante dentro de la trasmisión de los contenidos, ya que, al asociar la información con situaciones contextuales y familiares, ayuda a enriquecer el conocimiento que el adolescente posee, formalizando y concretando sus esquemas, así como sus representaciones mentales para producir cambios físicos y significativos en la estructura del cerebro.

Situación de aprendizaje 2:

Se coloca en el pizarrón la ecuación química de la preparación de un hot dog y la formación del hidróxido de sodio

Profesor: Imaginemos que nosotros queremos preparar unos hot dog porque se nos antojaron mucho y tenemos mucha hambre (se utilizan algunos movimientos que lo dramaticen)

Alumno 1: ¡Uy, lo rico! (comienzan a escucharse algunas risas)

Profesor: Emm okey. Bueno, imaginemos que nosotros queremos preparar unos hot dogs, pero solo contamos con tres panes y dos salchichas; recuerden que lo que tenemos aquí es una ecuación química y nos va a permitir representar lo que sucede cuando se transforma la materia. Tenemos nuestros reactivos y productos. ¿Cuáles son los reactivos y cuales los productos?

Alumno 2: Los reactivos serían los primeros ¿No? El pan y la salchicha; y el producto ya el hot dog preparado

Profesor: Bien. Lo que queremos es que nuestra ecuación química, cumpla con el principio de la conservación de la materia (masa), que nos dice que la materia...

Alumnos: No se crea ni se destruye, solo se transforma

Profesor: Va que va (levantando los pulgares para confirmar su respuesta), entonces nos dice que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma; en ese caso nosotros no podemos crear ni destruir la materia porque no somos brujos, magos, ni mucho menos somos dios para crear la materia de la nada; como, por ejemplo, cuando ponemos a hervir agua en una olla, ¿el agua desapareció?

Alumno 3: No, se evapora

Alumno 4: Se transformó el agua en vapor

Profesor: Exactamente, se transformó; ahora si nosotros tenemos el pan y la salchicha, pero de la nada ya tenemos catsup, pues primero nos quedamos con cara de qué onda porque no contábamos con eso (se dramatiza la acción y suenan algunas risas), y en segunda, aquí ya estamos creando materia de la nada, entonces eso no va porque, en qué momento salió la catsup si solo teníamos el pan y la salchicha ¿Si me van entendiendo?

Alumnos: Si

Profesor: entonces lo que nosotros hacemos es balancear la ecuación para que se encuentre de un lado la misma cantidad y del otro, la misma cantidad, es decir, exista una proporcionalidad entre reactivos y productos, por lo que utilizamos los coeficientes para balancearlo. Ahora veamos la siguiente reacción química:



Profesor: Lo primero que vamos a hacer es contabilizar la cantidad de átomos que tiene cada elemento químico, por ejemplo, en el sodio (Na) cuántos átomos tenemos del lado de los reactivos

Alumnos: Dos

Profesor: Bien, ¿Y de los productos?

Alumnos: Solo uno

Profesor: Aquí observamos que empezamos con 2 átomos de sodio, pero terminamos con 1 átomo de sodio, ¿Dónde se fue el otro si teníamos 2? Aquí sabemos que necesitamos balancearla para que cumpla con la ley de la conservación de la masa. Ahora veamos al oxígeno, ¿Cuántos tenemos?

Alumno 2: Uno, o también se cuenta ese (H<sub>2</sub>O)

Profesor: Si, también se cuenta

Alumno 2: entonces hay 2

Profesor: ¿Y en los productos?

Alumnos: uno

(Diario del profesor, mayo, 2022)

Como se logró apreciar en ambas situaciones de aprendizaje, al localizar los contenidos de la química con hechos que el adolescente ya conoce, permite comprender y movilizar los recuerdos y aprendizajes obtenidos por el sujeto, por lo que su atención esta más focalizada a las situaciones familiares y contextuales que al ser expresados, disponen de un interés y concentración mayor, logrando atender lo que se le presenta por un periodo más largo.

En cambio, cuando se dispone de información abstracta y sin sentido, los datos no serán procesados, pues el cerebro no encuentra una relación que vincule lo nuevo con lo ya establecido, por lo que, los datos únicamente pasarán por la memoria de corto plazo, llevándolos al olvido. Por lo que, modelizar los contenidos a partir de una explicación no científica y familiar de lo que está pasando en la realidad de las y los estudiantes, favorece el logro de los aprendizajes, y, por consiguiente, el paso de la información de la memoria de corto plazo a la de largo plazo.

De este modo, al solicitar que imaginen el pan y la salchicha para crear unos hot dogs en el caso de la situación de aprendizaje dos, con en la primera situación al llevar un proceso de interiorización al externar las situaciones pasadas, se crea en el cerebro del adolescente las representaciones de dicho objeto, por lo que, se pone en marcha la información de las conexiones neuronales elaboradas con anterioridad, y a su vez, se reestructuran estas redes celulares al incorporar información nueva que refuerzan y reconectan las comunicaciones que se originan entre los botones terminales con las ramificaciones dendríticas.

Así pues, exigirles a las y los estudiantes que presten atención cuando la información carece de interés y no tiene ninguna relación con el mundo que les rodea, es un error que enfrentan aquellos docentes que cumplen estrictamente con un contenido que no está estrechamente relacionado con el contexto próximo del aprendiz, sin considerar además, los procesos de selección y almacenamiento del cerebro; por lo que, el diseño de las actividades que permiten un alto grado de relación con su realidad y están íntimamente ligados a situaciones familiares, contribuyen a que la información presentada tenga sentido y significado a su vida.

Otra situación bastante familiar es cuando se intentó demostrar y ejemplificar la interacción que se generan entre dos o más átomos iguales o diferentes, es decir, comprender el enlace químico, por lo que se comenzaron a compartir analogías con los estudiantes donde se utilizó la película de “Ratatouille” como referencia y, además, algunas elaboraciones de alimentos. En ella, se muestra una imagen de la escena de la película correspondiente, en la cual el protagonista prueba de manera individual un queso y una fresa, y posteriormente las pruebas de manera conjunta.

Situación de aprendizaje 3:

Profesor- ¿Han visto esta escena? ¿Saben de qué película se trata?

Alumno- Si

Alumnos- Es la de Ratatouille

Profesor- ¿Qué pasa ahí?

Alumna- El ratoncito, creo que primero prueba una fresa y un pedacito de queso, y después los prueba junto

Profesor- Si, gracias Gaby, aquí lo mágico de la química, es la capacidad que tienen los elementos de transformarse en algo completamente nuevo gracias al enlace químico; como el caso de la película, al momento de llevarse a la boca la fresa y el queso, tuvo un sabor diferente, algo nuevo, en comparación si la prueba de manera individual. Mmm por ejemplo, saben lo que es el cloruro de sodio ¿No? Ya lo hemos mencionado anteriormente (el profesor escribe la fórmula del cloruro de sodio NaCl)

Alumna- Si, es la sal de mesa

Profesor- Exacto, pues miren (el profesor realiza en el pizarrón algunos dibujos de forma rápida), de manera individual el sodio es un metal duro y el cloro es un gas muy tóxico que al inhalarlo te mueres. Ahora, pasa algo asombroso aquí, y es que, al interaccionar sus electrones de valencia, las dos sustancias se transforman en algo completamente diferente, en la sal que se utiliza en los alimentos; es como si tuviéramos agua de limón sin azúcar, y la azúcar aparte ¿Qué va a pasar?

Alumno- Que son dos sustancias diferentes y al mezclarlas forman el agua de limón, pero con azúcar

Profesor- Exactamente, Erick. Si lo probamos de manera individual son cosas completamente diferentes, pero al combinarlas, forman algo completamente nuevo, esto gracias a la interacción que se genera entre sus electrones más externos. Ahora veamos cómo se representan...

(Diario del profesor, febrero, 2022)

Al recibir los comentario “el ratoncito, creo que primero prueba una fresa y un pedacito de queso, y después los prueba junto” y “son dos sustancias diferentes y al mezclarlas forman el agua de limón, pero con azúcar”, en el cerebro se llevan a cabo los impulsos nervioso correspondientes a dicha experiencia que se construyó con anterioridad, por lo que al dotarle de información adicional, contribuye a que los datos brindados permanezcan por más tiempo y, por consiguiente, cada vez que el cerebro interaccione con el objeto de estudio, llegará a evocar el conocimiento construido.

No obstante, para que transite de la memoria de corto a la de largo plazo, es importante subrayar la importancia de la retroalimentación y reiteración de la información, ya que tiene mejores oportunidades de quedar en los esquemas mentales del individuo, debido a que, al replicar los datos, el conocimiento se está reforzando y sedimentando en el cerebro del adolescente, de tal forma, que las conexiones neuronales correspondientes a dicha actividad dada por el ambiente, se ven alteradas y modificadas cuando el sujeto se apropia del conocimiento.

Además, no hay que olvidar el fundamento neurocientífico con relación a la implementación y uso de las emociones y ambientes positivos, por lo que son las bases y complementos para que el aprendizaje llegue a efectuarse correctamente, por lo que dramatizar y generar escenarios cómodos y de confianza aunados a la activación de las analogías, ayuda a intensificar las transmisiones entre las neuronas, segregando de este modo neurotransmisores como la acetilcolina, dopamina, noradrenalina y la serotonina.

En este sentido, la importancia de los ejemplos y situaciones contextuales que convergen con la nueva información, tienen el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje y retención de la información, ya que, al interior de las y los estudiantes, se llevan a cabo una infinidad de comunicaciones entre las células responsables de transmitir la información de su medio, por lo que al suministrarle de estas características, se verá alterada la estructura cerebral, reforzando e intensificando las comunicaciones sinápticas.

En resumen, las analogías como proceso de fijación y evocación de las experiencias previas mediante el uso de métodos asociativos y de vinculación con la realidad próxima y familiar, coadyuvan a generar y expresar los recuerdos que logran estimular las conexiones neuronales, fortaleciendo de esta forma, el impulso eléctrico y químico, y, además, la construcción de nuevas conexiones y redes de circuito de comunicación cerebral.

## 2. La lúdica y el juego como espacio de socialidad del aprendizaje

«Fue una experiencia muy distinta a lo normal por el hecho de que las actividades son un tipo recreativas» (K. 2022)

«Me ayudaron a comprender los temas mejor y fue una manera divertida de trabajar» (P. 2022)

«Me sentí bien y fue muy divertido, además convivía con mis compañeros mientras aprendíamos algo que antes no conocíamos» (J. 2022)

La lúdica y el juego como espacio de socialidad del aprendizaje, permite la generación de ambientes novedosos y afectivos entre las y los estudiantes de educación secundaria, y, a su vez, a originar nuevos aprendizajes entre y con los aprendices, por lo que involucró una forma diferente y amena por captar la atención y los conocimientos de la química.

Por ello, con base en la pregunta ¿Qué actividad fue la que más me gustó? Se logran destacar aquellas que acceden a la integración y comprensión de los contenidos de la química con mayor facilidad, esto con el fin de producir experiencias enriquecedoras que sobresalieron en las capacidades, habilidades y conocimientos generados por los estudiantes, traducidos en alteraciones y modificaciones cerebrales, hablando desde la perspectiva de la neuroplasticidad.

En tal efecto, las actividades que posibilitaron un cambio en las dinámicas escolares para engendrar nuevos aprendizajes desde la lúdica y el juego, son aquellas en donde se ponen en alto la socialización entre sus pares, una mecánica diferente a la habitual en la cual se utilizan diferentes escenarios como el aula y el patio escolar, así como la posibilidad de procrear actitudes positivas entre los actores que diseñan espacios de confianza y drama que cambian y modifican los aprendizajes.

En este sentido, para entender la química desde las bases de la lúdica, el juego y las neurociencias, se necesita inferir sobre los mecanismos de acción que llevan a cabo las redes y circuitos de comunicación neuronal para ayudar a producir el aprendizaje, de modo que, se destacan las siguientes actividades que permiten crear experiencias enriquecedoras en los adolescentes de educación secundaria,

interpretando lo que ocurre en el cerebro cuando se disponen de dichas actividades y espacios de socialidad.

«El video de los metales porque fue divertido cuando lo realizamos y también aprendimos varias cosas» (C. 2022)

«El video porque fue la primera vez que hice una actividad de ese tipo» (K. 2022)

Las propiedades de los metales y su importancia de reducir, reciclar y reutilizar los metales, es un tema comprendido dentro del bloque II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química. En ella, se tuvo la intención de que los estudiantes realizaran un video en donde reflejaran sus conocimientos, habilidades y talentos para desempeñar los aprendizajes adquiridos; al expresar el agrado de los estudiantes por la implementación de dicha actividad, se pone en discusión, la relación entre juego, emoción y aprendizaje, por lo que al interpretar los procesos cognitivos con el uso de estos elementos, se manifiestan sensaciones positivas que intensifican el recuerdo y la memoria de largo plazo.

Asimismo, hay que resaltar que la socialización en la actividad lúdica, ayuda a procrear experiencias provechosas en el aprendizaje, y a su vez, enriquecer y apoyar el conocimiento entre sus pares al originar un andamiaje que fortalece su entendimiento al tema de estudio, pues de acuerdo con Vygotsky (1979), como se citó en Carrera y Mazarella (2001), el aprendizaje se logra dar mediante dos niveles de desarrollo, uno próximo y otro potencial; el primero es la base donde se localiza el sujeto, es decir, supone aquellas actividades que se pueden realizar por sí solos, mientras que el potencial muestra cómo el individuo llega al aprendizaje a partir de la ayuda de otros.

En tal sentido, en la implementación de las actividades lúdicas como la anterior, permitió concretar los esquemas mentales del individuo, al mismo tiempo de expresar emociones positivas de manera colectiva que facilitaron las comunicaciones sinápticas en el cerebro, de modo que las emociones movilizan el sistema de atención que



influyen en la codificación de la información, determinando cuál se queda dentro de la memoria de corto y cual a la de largo plazo.

«Fueron divertidos y aunque a veces lo vemos más como un juego, si aprendo con esas actividades y dinámicas en grupo, también sirvió para socializar más con mis compañeros» (A. 2022)

Cuando se socializa, se juega y se evocan emociones positivas, es más fácil que se recuerden los hechos experimentados, pues se manifiestan situaciones placenteras que intensifican y refuerzan los conocimientos elaborados en la memoria, por lo que, al efectuar ambientes y actitudes positivas en los adolescentes, la actividad neuronal se ve favorecida por la intensa velocidad de los impulsos eléctricos, y por supuesto, de los químicos, logrando segregar neurotransmisores que intensifican la actividad neuronal, moldeando y alterando la estructura cerebral.

Por otra parte, los modelos de enlace: covalente e iónico, descritos en el bloque II, fueron una gran oportunidad para llevar a cabo actividades encaminadas a socializar, usar su creatividad y reforzar los contenidos de la química, por ello, se utilizaron las representaciones de la compartición y transferencia de electrones, en donde colectivamente se contextualizaron hechos familiares que permitieron explicar las características de los enlaces químicos al dramatizar historias breves que comprendieran el intercambio y la entrega de ciertos objetos tangibles como intangibles.

Y al mismo tiempo de representar los conceptos elaborados con cualquier parte de su cuerpo, esto mediante pistas que se brindaron, por ejemplo, dentro de las pistas se describen las características del enlace iónico (tipo de enlace que se genera entre un metal y un no metal), posteriormente, las y los estudiantes representaban el concepto con los dedos de su mano o colocándose en el piso para representar la palabra<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Véase en anexo 3, fotografía 3, en el cual se representan los conceptos de enlace químico por los estudiantes de tercer grado grupo "A", a través de las actividades lúdicas y el juego.

«Con los experimentos, dinámicas y juegos me divertí, me agrado tanto que les contaba a mis familiares» (Y. 2022)

«Siento que así aprendemos mucho más y mejor. Me gustó mucho» (U. 2022)

En este sentido, la relación entre la actividad lúdica, el juego y la socialización, permite entender que el cerebro se desarrolla a partir de las estimulaciones generadas por los procesos sensorio-perceptivos, es decir, por los sentidos; de tal forma que, toda información que llega al cerebro es elaborada y procesada por estos elementos que influyen en la formación de procesos atencionales. Es así como, la actividad lúdica, el juego y la estimulación sensorio-perceptiva tienen gran influencia en la internalización del conocimiento, de tal suerte que las dinámicas escolares se deben diseñar con base en el desarrollo y estimulación de los sentidos, ya que comprende un modelaje en la construcción de las conexiones neuronales.

Aunado a esto, el intercambio de ideas generadas por la actividad lúdica y el juego, permiten la formación y entendimiento del mundo social y natural, por lo que, es a través de la comunicación y el lenguaje que el cerebro asimila la información de su entorno, pues la codifica, procesa y almacena, de tal manera que construye su conocimiento al expresarla y compartirla, por tanto, el cerebro aprende un 90% cuando tratamos de enseñar y compartir lo aprendido (Carminati y Waipan, 2012).

De este modo, Ortiz (2015) menciona que:

El estudiante recuerda aquello que ha comprendido, comprende aquello a lo que le ha prestado atención, atiende cuando el contenido le gusta, es novedoso y atractivo, y le presta atención precisamente a lo que quiere y desea (p. 85).

De esta forma, comprender al aprendizaje desde una postura neurocientífica en donde se coloca al estudiante como centro del proceso educativo, hace posible entender que la construcción del conocimiento de la realidad próxima del estudiante se logra mediante múltiples vertientes que ayudan a producir y generar los datos de la realidad; de este modo, el diseño de actividades en función de las formas predilectas de aprender del estudiante, y con ello, la creación de ambientes novedosos, atractivos

y placenteros, contribuye a enriquecer los procesos de aprendizaje de los sujetos que almacenan la información de su entorno.

De esta forma, hay que repensar y reconsiderar que el aprendizaje se integra desde las bases de la experiencia individual, por lo que las expresiones sociales y culturales son fundamentales para la creación de situaciones enriquecedoras que coadyuven en el fortalecimiento de habilidades, talentos e intereses del ser humano.

Es así como, los escenarios y las dinámicas en donde se llevan a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, son una herramienta clave para generar experiencias placenteras que ayuden a la asimilación y apropiación del conocimiento, por lo cual, las actividades que involucren un desenvolvimiento activo entre sus actores, influyen en las capacidades creativas y socializadoras que tiene el aprendiz dentro de su papel como sujeto activo del aprendizaje. De este modo, el juego y la lúdica como elementos y bases del aprendizaje, permite derrumbar los escenarios pasivos e inmóviles en donde el adolescente se encuentra como un ente estático y quieto al que solo recupera la información un par de minutos y después la deja en el olvido, llevando a su vez, una actitud desanimada, cansada y aburrida ante los datos brindados por el medio.

Desde esta perspectiva, el rol de las actividades lúdicas en los espacios destinados para aprender, a prueba la capacidad del cerebro para adentrarse a los estímulos que serán almacenados en la memoria de largo plazo, pues los procesos cognitivos como los senso-perceptivos y la atención, influenciados por los intereses y escenarios novedosos y afectivos, abonan a la construcción de aprendizajes, y, por consiguiente, a una reconstrucción y producción de nuevas conexiones neuronales.

En tal sentido, las actividades lúdicas como el juego, permiten una actitud espontánea y formadora que ayuda al estudiante a desenvolverse con libertad y anhelo a las actividades planteadas por los docentes, por lo que no solo son actividades que “llenan el tiempo libre”, término que utiliza Yáñez (2007), sino como un espacio que construye habilidades y actitudes individuales y colectivas; de modo que logra una interacción entre el sujeto y el objeto de estudio, por lo que además, involucra un cúmulo de emociones que enriquecen el aprendizaje, y a su vez, movilizando los

escenarios en donde están insertos los adolescentes, llevándolos fuera de lo común o tradicionalmente establecido, aumentando así, el placer por aprender en la escuela.

En resumen, “la lúdica y el juego como espacio de socialidad del aprendizaje”, permite la creación de ambientes positivos, novedosos y ligados a las nuevas exigencias e intereses de los aprendices, fortaleciendo los mecanismos de transmisión sináptica entre las células responsables de expresar la conducta humana; por lo que, el diseño e implementación de estos elementos abre la puerta a una nueva forma de aprender con los otros, fundamentándose en el funcionamiento neurocientífico, ya que las dinámicas colectivas y que involucran un alto grado de emociones positivas, permiten la generación de impulsos eléctricos y químicos que transitan con mayor agilidad, pues cuando sucede esta acción, el cerebro tiene más disposición por aprender, recuperar y almacenar la información de su medio.

De tal forma, que la lúdica y el juego abren con mayor facilidad los canales de atención del cerebro humano, pues estimulan la actividad neuronal al generar una alteración y modificación en la arquitectura del procesador biológico, de modo que, se aprende con mayor fluidez cuando existen ciertos elementos emocionales, como es el caso de estas actividades que permitieron enriquecer y engendrar experiencias placenteras y apasionantes en la asignatura de química, en donde los estudiantes tienen un rol activo en su propio aprendizaje al manipular, observar y participar en las dinámicas escolares, haciendo posible el desarrollo de habilidades, destrezas y talentos para su desenvolvimiento en la sociedad actual.

### **3. Observar, manipular y entender la química: experimentar para aprender**

«Considero que fue muy divertida y entretenida la actividad de los cohetes, aprendí y pasé un buen momento con mis compañeros y mi profesor» (D, 2022)

«Todas me gustaron mucho, pero la más, fue cuando bajamos al laboratorio y realizamos muchos experimentos, fue muy divertido ver lo que sucedía» (P. 2022)

En la enseñanza de la química, las prácticas experimentales toman un papel indispensable en la comprensión de los fenómenos naturales, puesto que ayudan a integrar la realidad objetiva de los hechos cotidianos, de modo que, es la base para relacionar lo empírico con lo nuevo; por tanto, la experimentación es el fundamento para clarificar y analizar el entorno cotidiano, logrando unir las explicaciones teóricas con la manipulación práctica, llevándolo al enriquecimiento de la comprensión de la realidad.

De esta forma, la actividad experimental tuvo dos objetivos principales: la primera, introducir y reforzar los contenidos, y, a su vez, enlazar lo teórico con lo práctico a efecto de conducir una mayor comprensión en los temas de estudio; y la segunda, despertar el interés de las y los estudiantes por estudiar la química.

En este sentido, experimentar para aprender de la química, expresa la facultad y facilidad para almacenar la información brindada por el ambiente, por lo que, con base en las evidencias obtenidas en el campo de estudio a partir de la pregunta ¿Qué actividad fue la que más me gusto?, se logra destacar a la actividad experimental como un elemento predilecto para aprender ciencias, ya que despierta en las y los estudiante la curiosidad y emoción por aprender del mundo que les rodea, tomando una participación activa al manipular y observar lo que ocurre con los fenómenos estudiados, influenciando su interés y motivación por aprender de la química.

Por lo que, a continuación, se presentan los argumentos de los estudiantes por la actividad que mayoritariamente llamó su atención, siendo moduladoras y constructoras del aprendizaje al reafirmar los contenidos de la química, y al reconfigurar su sistema de comunicación neuronal:

«El cohete de bicarbonato, y la botella explosiva. 1° porque fue divertido tanto armarlo, como verlo volar; 2° porque podemos observar reacciones químicas muy potentes con materiales leves» (J. 2022)

«La actividad que más me gusto fue la del cohete, porque estuvo divertida, no estaba pasando un buen momento y esta actividad me hizo reír y me distrajo un poco» (M. 2022)

«Cuando hicimos el experimento del cohete con la botella porque fue divertida y muy padre que me gustó mucho» (B. 2022)

«Me gustó mucho el experimento del cohete porque no pensaba que tuviera esa reacción» (J. 2022)

«El experimento de la botella que explotó porque fue algo que no había visto antes» (J. 2022)

«La de la bomba de ácido y aluminio porque fue divertido verla explotar» (M.2022)

«La bomba porque fue interesante ver la reacción química» (I. 2022)

«El cohete, fue muy divertido, me gusto la reacción de las sustancias. También la pasta de elefante estuvo top, me gusto la textura y estuvo divertido» (P. 2022)

«El experimento del cohete con la botella, porque me gusto experimentar con los materiales y ver su reacción» (M. 2022)

«La actividad que más me gusto fue la de la botella y el cohete porque me gusto como explotó y como se levantó el cohete» (R. 2022)

«La botella que explotó ya que fue algo que no había visto mucho y me gusto ver la reacción que hubo» (M. 2022)

«La bomba de aluminio y ácido porque fue muy interesante ver la reacción química. En general me encantan las explosiones» (U. 2022)

«Me gusto el experimento de la torre de color, porque me gusto la manera en que participamos en el procedimiento, que el ambiente sea relajado y el resultado de él» (P. 2022)

«El experimento del ácido porque fue muy divertido y lleno de emociones» (E. 2022)

«Me gustó mucho la de la botella que explotó ya que en el experimento me causó mucha intriga su reacción» (K. 2022)

«La de explotar la botella porque fue divertida, emocionante y muy fácil de hacer, aparte cumplió su propósito de dar a entender el tema» (A. 2022)

En tal efecto, al integrar actividades científicas en donde el aprendiz pueda explorar y reconocer el mundo que le rodea a partir de la manipulación del objeto de estudio, permite un rol formador y activo del aprendizaje, ya que logra reforzar y comprender el contenido de química con mayor libertad y facilidad, desarrollando en él, habilidades científicas, colaborativas y creativas, como el promover la agilización de las comunicaciones neuronales al alterar la perspectiva que tiene sobre el mundo que le rodea; no obstante, es preciso resaltar ¿Qué es lo que ocurre en el cerebro del adolescente cuando llevamos a cabo este tipo de actividades?

Los argumentos descritos por los estudiantes permiten entender que es lo que sucede en el interior del cerebro cuando se efectúan este tipo de actividades. En primer lugar, se generan ambientes como emociones positivas que ayudan a la atención y la memoria a transmitir la información de su ambiente a los sistemas estructurales del cerebro, de tal forma que, en este órgano se llevan a cabo una infinidad de conexiones neuronales que al ser manifestadas en los adolescentes, efectúan una serie de comunicaciones sinápticas que logran procesar los datos de su medio, por lo que, al evocar emociones agradables y placenteras, alcanzan a segregan neurotransmisores indispensables para recordar, evocar y memorizar con facilidad la información transmitida por su ambiente.

En virtud de ello, a los comentarios como: «estuvo divertida, no estaba pasando un buen momento y esta actividad me hizo reír y me distrajo un poco», al igual que, «el experimento del ácido porque fue muy divertido y lleno de emociones», ayuda a penetrar con mayor facilidad los contenidos de la química en el cerebro del estudiante, ya que al presenciar ambientes y emociones positivas, se logra llevar las vivencias presentadas a la memoria de largo plazo, pues lo agradable y placentero es recordado con sencillez en el cerebro del adolescente.

Por otro lado, al descubrir e interpretar el conocimiento de la química a partir de la práctica y manipulación del objeto de estudio, se ponen en evidencia las ideas previas de los estudiantes, por ello en el contenido de reacciones químicas, bloque III. La transformación de los materiales, se implementaron situaciones contextuales que permiten reconocer que estos cambios químicos se efectúan en su vida cotidiana como en el caso de la simple oxidación de una manzana a la manifestación de los colores

de los fuegos artificiales, por lo que, las actividades experimentales contribuyen a enriquecer y consolidar el aprendizaje de la química, pues de acuerdo con Carminati y Waipan (2012), en valores porcentuales, el cerebro aprende un 80% de lo que practicamos y experimentamos directamente.

En este sentido, al enlazar los contenidos cotidianos con las explicaciones científicas, le confiere al cerebro la habilidad plástica de cambiar y alterarse en virtud de los estímulos que proporciona el ambiente, y con ello, a la vinculación de lo conocido con lo reciente, de tal forma que refuerzan las conexiones y comunicaciones neuronales al sensibilizar la transmisión de la información construida con anterioridad, proporcionando una reafirmación de los conocimientos, y además, de proveerle de un interés por descubrir, manipular y entender la química.

De esta manera, la experimentación toma un papel importante en la enseñanza y aprendizaje de la química, puesto que posibilitan habilidades científicas, creativas, así como colectivas, fomentando a su vez, el interés y la curiosidad por aprender ciencias; de modo que, estos elementos, abren los canales de comunicación neuronal para facilitar la codificación y almacenamiento de la información a la memoria de largo plazo, pues el asombro, la incertidumbre, lo novedoso y los ambientes llenos de sorpresas son los reguladores de la intensa y rápida actividad neuronal.

Es así que, la actividad del cohete como el de la botella que explota, ayudan a explicar y reforzar los contenidos propuestos por el Plan de Estudios 2011, pues tuvieron mayor incidencia en la construcción de aprendizajes de la química al generar ambientes de confianza y retroalimentación, principalmente en el tema de reacciones químicas<sup>8</sup>.

De esta forma, la habilidad que tienen los adolescentes para descubrir e interpretar su realidad próxima, está dada por la constante interacción que tiene con su ambiente de aprendizaje, de modo que la construcción de los conocimientos científicos está determinada por las experiencias pasadas que se solidifican en el cerebro del aprendiz.

---

<sup>8</sup> Véase en anexo 3, fotografía 4, en donde se hizo uso de los experimentos implementados en el contenido de reacciones químicas con los adolescentes.



Por ello, la experimentación como papel formador del aprendizaje, contribuye a evaluar las explicaciones desarrolladas por la actividad diaria del ser humano, y a su vez, a formalizar el conocimiento construido con anterioridad, refutando y rechazando aquella información que ya no tiene sentido e interés para el estudiante, de tal forma que es un gran aliado de la reafirmación y modificación de las ideas previamente elaboradas.

En tal efecto, el papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias, toma un rol importante en la ratificación de ideas y conocimientos de la realidad, de modo que permite crear un vínculo entre el entorno cotidiano del sujeto que aprende y la comprobación de ideas mediante la observación y manipulación del objeto de estudio, es decir, a través de la experimentación. Es así como la experimentación toma un aspecto enriquecedor en el aprendizaje, pues hace del adolescente un agente participante, reflexivo y activo, capaz de construir nuevas explicaciones a las realidades cotidianas de su entorno, y, a su vez, de cambiar y modificar su perspectiva del mundo.

Otro aspecto ligado a la actividad experimental, fue aquel que permite introducir el contenido de la primera revolución de la química, bloque I. Las características de los materiales, en donde mostró interés y curiosidad por observar y manipular al objeto de estudio.

Se coloca sobre una de las bancas un encendedor, bolitas de algodón amarradas con un hilo, alcohol y dos recipientes con agua; posteriormente se escribe en el pizarrón la pregunta ¿Crees en la magia? Con la finalidad de iniciar con el contenido de la primera revolución de la química

Profesor: ¿Ustedes creen en la “magia”? (se mueven las manos para dramatizarlo, y un par de estudiantes se ríen por la acción realizada)

Alumnos: No

Profesor: ¿Por qué no? A ver Erick

Alumno 1: Yo digo que no porque todo tiene una explicación

Profesor: Pero si yo les digo que tengo un algodón mágico, ¿Creerían en la magia otra vez?

Alumno 2: Chance y si

Alumno 1: No

Profesor: Veamos. ¿Quién me quiere ayudar? (Algunos alumnos alzan la mano)  
A ver Erick, Pamela y Dylan. Súbanse las mangas de su suéter, tomen una bolita de algodón y remójela con alcohol; mientras sus compañeros van remojando el algodón, anoten la pregunta en su cuaderno y escriben porque no creen en la magia

Alumno 3: Listo profesor

Profesor: Ahora coloquen las bolitas en la banca (Se saca el encendedor y se prenden las bolitas); ahora, ¡agárrenlas! (los alumnos se voltean a ver entre ellos y comienzan a reír)

Alumno 4: ¡Ay no, me da miedo!

Alumno 6: A ver yo quiero (se levante de su lugar y toma el algodón)

Alumno 1: No quema, (empieza a moverlo de una mano a otra)

Alumno 5: ¡Ay, no se siente nada!

Profesor: Bien, es cierto lo que decían al principio “que todo tiene una explicación” pero ¿Qué explicación le encuentran a esto? (se muestran dudosos)

Alumno 5: No tengo idea

Profesor: Es porque el algodón es mal conductor térmico y no permite que arda, por eso es que se recomiendan batas de algodón cuando se va al laboratorio, por si tenemos algún tipo de accidente, tengamos tiempo de quitarnos la bata y no ocurran cosas malas; pero bien, vamos a ver la evolución que tuvo la química porque anteriormente se le conocía como alquimia y se pensaba que las prácticas que se realizaban eran mágicas ...

(Diario del profesor, noviembre 2021)

De este modo, las prácticas experimentales toman una función notable en la construcción de conocimientos, y, por consiguiente, en las modificaciones y alteraciones cerebrales, ya que logra en las y los estudiantes despertar su atención, interés y deseo por manipular los objetos experimentados, estimulando su habilidad

científica como práctica. Por lo tanto, al despertar la curiosidad, el interés y la emoción del aprendiz por interactuar con el objeto de estudio, se pone en evidencia una serie de mecanismos que permiten centrar la atención del sujeto, de modo que, la curiosidad prepara al cerebro para el aprendizaje y la memoria de largo plazo (Vargas, 2018 citado en García y Moreno, 2019).

En este sentido, al relacionar y problematizar los contenidos de la química, y por supuesto de las prácticas experimentales con hechos o situaciones que el sujeto ya conoce, posibilita la dirección y el enfoque que el estudiante debe de tener para consolidar y asimilar el conocimiento, pues no tendrían significado los datos que le son brindados sí no existiera un vínculo que lo relacione con sus vivencias pasadas.

Es así como las prácticas experimentales toman en consideración dos elementos fundamentales en la construcción del aprendizaje: el primero de ellos, es la relación que existe entre el tema de estudio con su vida cotidiana, y el segundo, la influencia de las emociones y ambientes positivos que se generan en los espacios destinados para aprender.

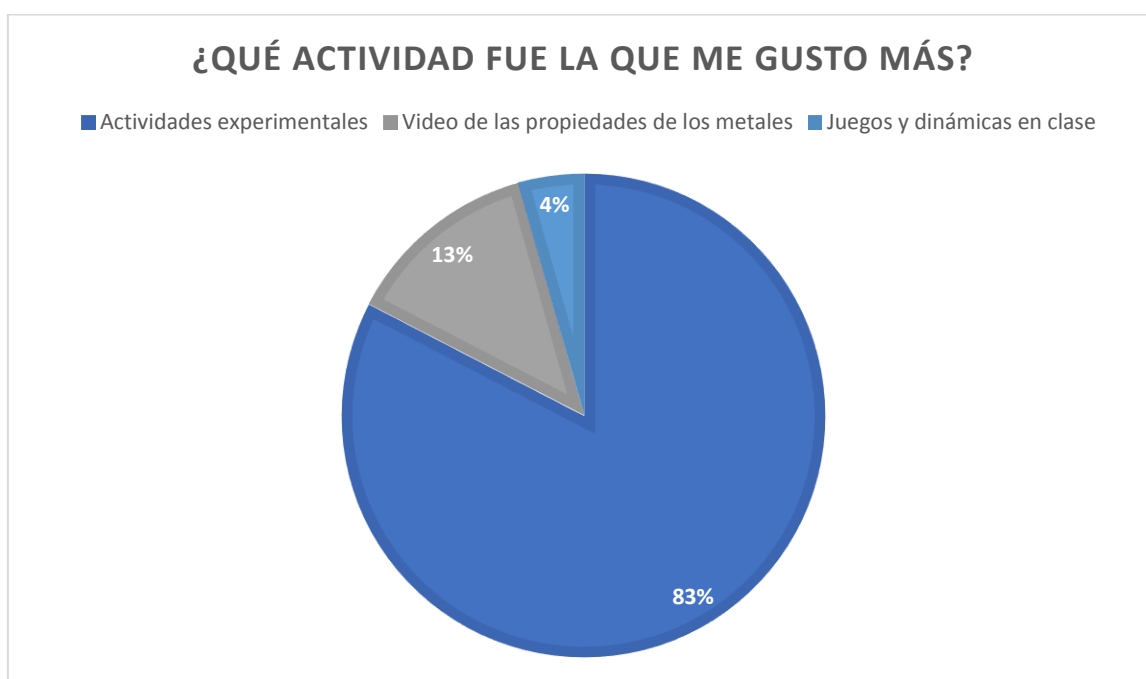
De esta forma, se ponen al descubierto los procesos cognitivos de los adolescentes al evocar sus mecanismos de atención y de la memoria, ya que logran manifestar el agrado e interés a los hechos y objetos experimentados, por lo que, al efectuar aquello que le llame su atención y despierte su interés, logra producir y generar circuitos de conexión neuronal por tanto, la sorpresa como la incertidumbre son elementos sustanciales en la asimilación de los conocimientos, puesto que, a los adolescentes les encantan las sorpresas y a sus cerebros también...un entorno cambiante y variado que cada día despierte la curiosidad hacia lo nuevo, lleva casi de modo automático a aprender (Friedrich y Preiss, 2003 como se citó en De la Barrera, 2009).

## **F. Valoración de las actividades didácticas**

Las actividades didácticas implementadas con el grupo de tercer año grupo "A", permiten conocer aquellos elementos que son de gran trascendencia en la recepción de los conocimientos de la química, por lo que la elaboración de las secuencias y la

contribución de la neurociencia en el campo de la educación logra dar respuesta a la facilidad de los mecanismos que ayudan al cerebro del adolescente asimilar la información con sencillez.

De este modo, el apoyo del cuestionario que se le brindó a los 46 estudiantes que conforman el grupo de tercer año, accede a la valoración de las actividades didácticas que permiten reforzar las conexiones neuronales en su procesador biológico, principalmente en la asignatura de química. En este sentido, se destacan tres preguntas que confieren la evaluación de aquellas actividades que resultaron convenientes y desfavorables en la comprensión del aprendizaje de la química, estas son las siguientes: ¿Qué actividad fue la que más me gusto? ¿Qué actividad fue la que menos me gusto? ¿Cómo me sentí en las clases de química?



Fuente: Elaboración propia

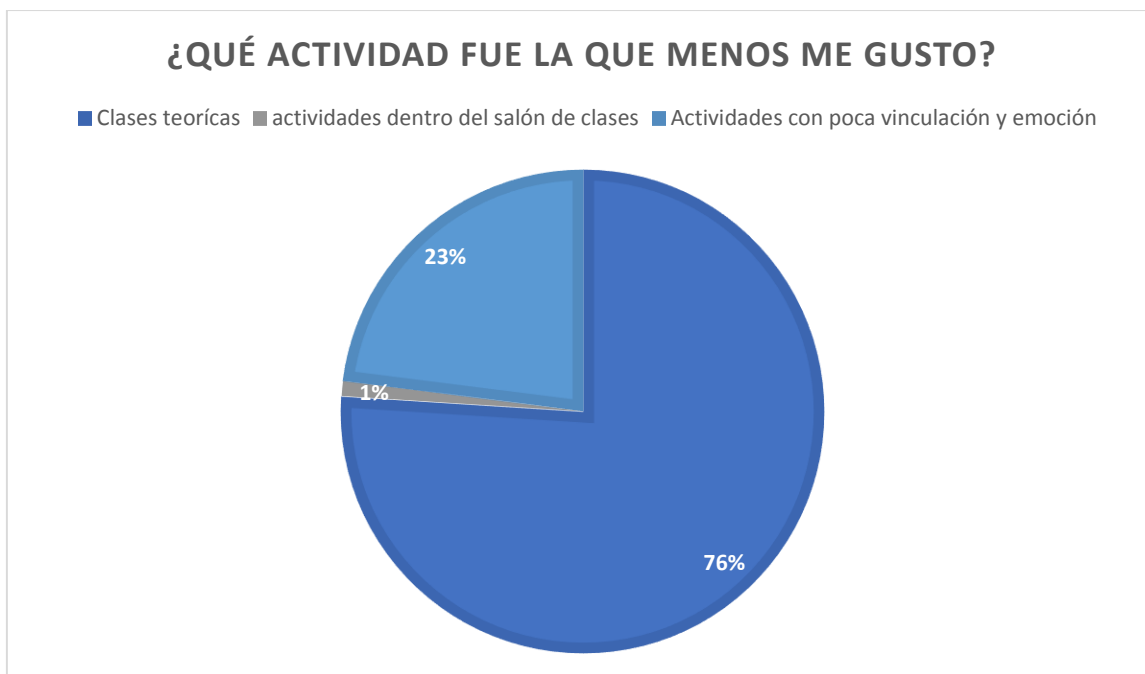
En primera instancia, se analiza la pregunta ¿Qué actividad fue la que me gusto más? Con la intención de identificar aquellas actividades didácticas ejecutadas con el grupo de tercer año y, que resultaron convenientes para el logro de los aprendizajes, puesto que son del agrado e interés de los estudiantes de educación secundaria, ya que su proceso de atención está más focalizada a estas áreas de comprensión de la química.

Lo que conlleva a una serie de conexiones neuronales que son elaboradas en su cerebro, y que, al efectuar dichas actividades didácticas en los espacios de aprendizaje, se genera una liberación de neurotransmisores que permiten impulsar las redes de comunicación celular con mayor velocidad, intensificando y reforzando su estructura, por lo que el agrado y la atención abre con mayor facilidad los canales de comunicación entre las neuronas de los adolescentes, llevándola a la memoria de largo plazo.

Por este motivo, se considera a la actividad experimental, el juego y las dinámicas de clase, así como la elaboración del video de las propiedades de los metales, elementos predilectos para aprender de la química, ya que son del gusto y placer de los estudiantes del grupo de tercero "A", de modo que la implementación de dichas actividades son el resultado de las configuraciones neuronales, ya que facilitó la comprensión del estudio de la química de una forma agradable como amena, y por consiguiente, contribuye a engendrar un aprendizaje significativo en los estudiantes, traducido principalmente en los cambios y modificaciones que sufre el cerebro, al reiterar y fortalecer las experiencias previas con los conocimientos nuevos.

En este sentido, se logra vislumbrar a las actividades experimentales como formas predilectas para aprender de la química, ya que despierta en los estudiantes la curiosidad e incertidumbre de conocer lo que acontece a su alrededor, lo que conlleva a manipular y observar su objeto de estudio, entendiendo de esta forma que se aprende de la química haciendo e interactuando con la materia, de modo que involucra placer y emociones positivas cuando se realiza y escucha la palabra "experimento".

Es así que, las actividades didácticas en donde interviene la lúdica y el juego, las analogías que vinculen lo previo con lo reciente, como las actividades experimentales para aprender de la química, favorecen en la recepción y almacenamiento de la información, puesto que son elementos que integran una gran conectividad neuronal en los adolescentes de educación secundaria y son un componente placentero, emotivo y agradable para aprender de la química, tomando de esta forma, a los estudiantes como sujetos activos que manipulan, interactúan y dialogan para enriquecer su aprendizaje.



Fuente: Elaboración propia

En la investigación, se utilizó la pregunta ¿Qué actividad fue la que menos me gustó? A fin de interpretar los datos obtenidos y entender qué fue lo que acontece en los escenarios de enseñanza como de aprendizaje, y con ello, en el comportamiento de los adolescentes al no entender y procesar los contenidos de la química.

En primer lugar, analizaremos aquellos comentarios vinculados con la teoría y la poca contextualización de la información. De esta manera, es claro precisar que las ideas previas son fundamentales para la relación de los contenidos teóricos, por lo que, al no tener ninguna conexión con las vivencias pasadas del individuo, simplemente no entendemos la información que nos proporciona el ambiente, manifestando desatención al no encontrar un sentido como significado a los datos que estamos presenciando, y hablando desde las bases neurocientíficas, las redes y circuitos de comunicación neuronal no logran conseguir algún tipo de información que enlace lo anteriormente construido con lo reciente.

Aunado a esto, Ortiz (2009) menciona que debemos tener presente que la atención necesita una mayor concentración en el menor tiempo posible, de modo que, si el contenido es nuevo para los estudiantes, se debe de disponer de poca duración (no más a 15 minutos), ser comprensible como clara, además de incluir una estrecha

relación con los aspectos cotidianos, pues el cerebro necesita espacio para procesar la información de su medio, de tal forma que la atención no se disperse durante el periodo de trasmisión; en cambio, cuando los datos ya pertenece a los esquemas mentales del individuo, la duración puede ser más extensa, ya que lo que se necesita es reforzar los contenidos. Por si fuera poco, cuando tenemos mayor información del ambiente, la atención estará presente por un tiempo más prolongado.

En segundo lugar, y relacionándolo con la parte anterior, se localizan aquellos elementos a los cuales no hay un estímulo positivo o enriquecedor, por ende, el cerebro exige interés, sorpresa, como de emociones positivas para focalizar la atención, pues cuando los escenarios son monótonos y los ambientes poco interactivos, el cerebro desviara su enfoque a otras situaciones. Por lo tanto, cuando es poco entretenido o carece de interés para el adolescente, el cerebro reclama aquellas actividades en donde se manipule, se interaccione con diferentes espacios y con los otros, como de implementar elementos novedosos y placenteros que sirven para procesar la información, pues esta carencia inhibe o evita codificar los datos con éxito.

En tal efecto, cuando hablamos de impulsar un estímulo como de un ambiente placentero, positivo y ameno, posibilita entender que necesitamos generar estos espacios para contribuir en la construcción de aprendizaje, puesto que estos son elementos indispensables que enriquecen y favorecen la transmisión de mensajes entre las células cerebrales.

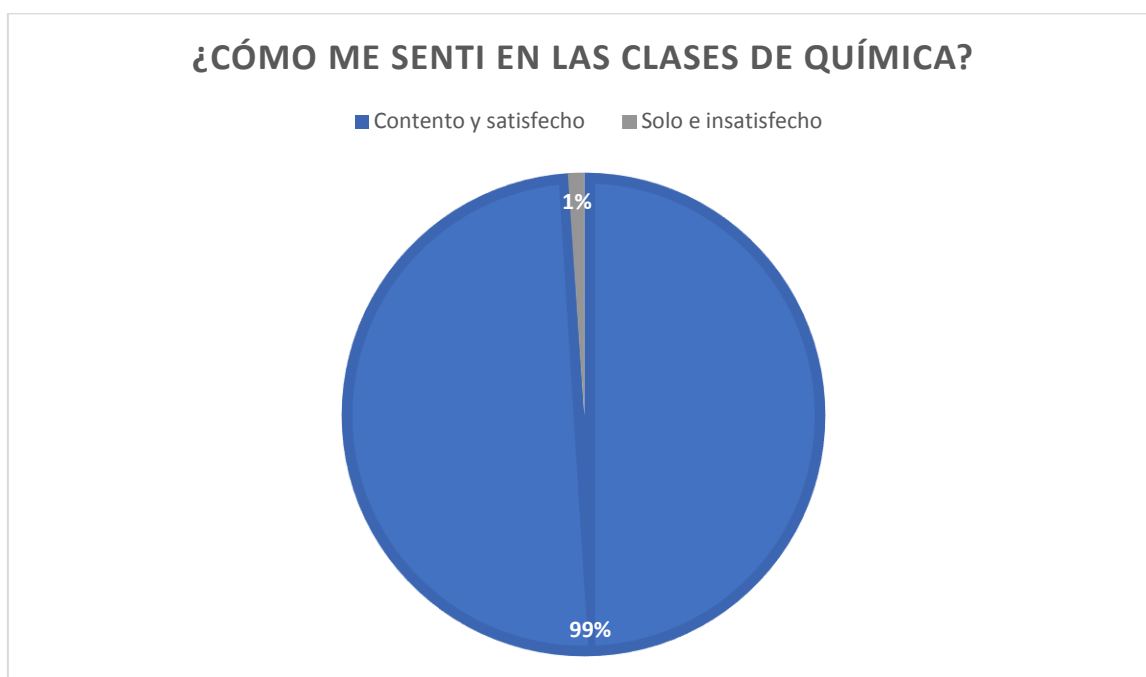
Sin embargo, es preciso resaltar que de las experiencias negativas y menos favorables también se aprende y, por consiguiente, moldean al cerebro, puesto que, al influir elementos que no son del agrado del cerebro, este programa una barrera que impide el logro de los aprendizajes, explicando que es lo que sucede cuando el ambiente es pesado y no hay confianza entre sus participantes.

De esta forma, las mismas actividades son un error que impiden el logro de las capacidades como de los aprendizajes de los estudiantes, puesto que el cerebro reclama un ambiente cambiante, novedoso y emocionante que ayude a integrar los conocimientos de su realidad, de tal manera que, si al estudiante no le presta atención a la información brindada es posible que esta quede en el olvido, es decir, este retenida

por unos momentos en la memoria de corto plazo, de modo que, si no encuentra una relación con sus ideas previas como de un ambiente agradable, difícilmente se plasme la información a la memoria de largo plazo.

En este sentido, la pregunta ¿Qué actividad fue la que menos me gustó? Permite entender que las capacidades cognitivas de cada individuo son completamente diferentes y, por consiguiente, la atención que le presta al objeto de estudio va a depender del interés y de las vivencias previamente construidas, de tal forma que, si no focaliza su mira a los contenidos, no se obtendrán los mejores resultados en el aprendizaje, ya que la información será desechada y olvidada, resultando poca la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química.

De esta forma, reconocer que todos aprendemos y asimilamos la información de manera diferente, es entender que cada cerebro es único, y con ello, cada experiencia generada por el sujeto es personal y exclusiva, por lo que, los intereses, talentos como las habilidades de los adolescentes son propias y extraordinarias, comprendiendo de esta forma, la diversidad de personalidades engendradas en los ambientes socioculturales en donde son formados.



Fuente: Elaboración propia



Partiendo de la pregunta ¿Cómo me sentí en las clases de química? Se evalúa la trascendencia de las dinámicas implementadas con el grupo de tercero “A”, resaltando el efecto de los escenarios positivos que favorecieron el aprendizaje de la química. En este sentido, los ambientes que se manifestaron en las clases de química, permiten penetrar con mayor facilidad los contenidos correspondientes de ciencias, de modo que, los espacios positivos en donde se involucra la confianza y seguridad por interactuar y participar, son pertinentes para evitar el miedo y el temor que son una barrera para generar el aprendizaje, puesto que, activan neurotransmisores como la adrenalina, que al presenciar situaciones en donde el cerebro identifica riesgo, los datos de su medio se inhiben y no son almacenados con éxito, dificultando por otro lado, los procesos atencionales en los adolescentes.

De esta forma, el agrado de estar como de permanecer en las clases por la mayor parte de los estudiantes de educación secundaria, permite entender que además de las actividades didácticas desarrolladas, los ambientes positivos y amenos son sustanciales para desenvolverse en las dinámicas escolares, por lo que, contribuye en el registro de la información a la memoria de largo plazo, y ayuda a que la interacción con los estudiantes sea más fluida y funcional.

«Contenta me gustaron mucho y se me hicieron muy entretenidas, y me sentí en confianza tanto con mis compañeros como con el profe» (M. 2022)

«Muy feliz, todas las clases me gustaron, me divertí mucho, me quedo con buenos recuerdos y aprendizajes que valorare» (D. 2022)

«Muy bien, a gusto, y no tenía miedo a participar. Muy prácticas las clases» (E. 2022)

«Me sentí muy cómoda por qué no tenía miedo a participar y que me regañaran; contenta porque pude aprender e interactuar al mismo tiempo con mis amigos» (P. 2022)

«Me sentí muy bien, sentí que todo el grupo en las clases de química está más unido y todos participamos y aprendemos más de forma divertida» (P. 2022)

Bajo esta perspectiva, se considera que los escenarios positivos son ingredientes que favorecen los procesos cognitivos de los adolescentes, puesto que ayudan a generar espacios agradables que facilitan con mayor pertinencia los aspectos atencionales y memorísticos, eliminando el miedo por construir su propio aprendizaje.

Por lo tanto, esto permite que las dinámicas sean más oportunas y adecuadas, de modo que apoya a la consolidación de los aprendizajes de los estudiantes, y, por consiguiente, a reforzar su sistema de comunicación neuronal.

## Conclusiones

La comprensión del cerebro humano por parte de los actores responsables de transmitir los contenidos escolares, posibilita la revisión de las nuevas tendencias científicas que abren las puertas a los comportamientos y procesos de aprendizaje, por lo que estas recientes investigaciones en el campo de las neurociencias, acceden a las realidades biológicas del ser humano, es decir, a la capacidad que tiene para interactuar y entender el mundo que le rodea a partir de su órgano más complejo.

De esta forma, el sustento que tienen las neurociencias sobre el individuo, permite explicar cómo miles de millones de neuronas producen la conducta humana, de modo que las habilidades, las destrezas y pensamientos que emanan del comportamiento del ser vivo, son el resultado de una activa conectividad neuronal que intentan manifestar las actividades conscientes e inconscientes que desempeña el sujeto para realizar su ejercicio cotidiano.

Es así que, incluir a las neurociencias en las dimensiones de la educación, posibilita acercarnos cada vez más a los sujetos que aprende, puesto que todos los seres que ejecutan y reflexionan sobre el mundo y su misma actividad, llevan a cabo una serie de mecanismos que integran el comportamiento humano, provocando que los actores que transmiten y guían la información de su medio, tengan un rol fundamental en los escenarios destinados para aprender, de modo que estamos constantemente enseñando a una diversidad de cerebros que reciben y procesan la información de manera diferente.

A pesar de que la estructura cerebral es la misma, es decir, cuentan con la misma fisiología, este no procesa los datos de igual forma, debido a que las influencias sociales y culturales construyeron los intereses como las capacidades de recepción de la información.

Sin embargo, las neurociencias han colocado sobre la mesa una serie de ingredientes que acceden a la comprensión del cerebro humano, y con ello, a entender cómo este órgano aprende y cuando está dispuesto a prestar la atención a los estímulos brindados por el ambiente, permitiendo examinar las bases y fundamentos

del cerebro para lograr el papel de la educación, que es el óptimo desarrollo de los aprendizajes de todas y todos los estudiantes.

De este modo, al incursionarnos en la profesión de la docencia, se nos exige la habilidad constante de actualizarse ante las nuevas tendencias globales, lo que posibilita, por un lado, el diseño e implementación de estrategias cada vez más actuales y novedosas que despierten el interés y la atención de los aprendices, y por otra, la firme necesidad de investigar e indagar cada vez más las raíces del aprendizaje, es decir, como mejorar estos procesos de asimilación e interiorización de la información.

Cuando se habla de aprendizaje desde los cimientos de las neurociencias, se entiende a ésta como el arte y la maestría de cambiar y alterar la estructura cerebral, pues cuando la información reciente modifica o refuerza las experiencias previas del individuo, los datos son recuperados con mayor facilidad, dado que se encuentran en la memoria de largo plazo del sujeto y es simple de evocar los datos construidos.

De tal manera que, al hablar de los cambios que sufre el cerebro debido a la adquisición de los conocimientos recientes, es expresarse sobre el término de neuroplasticidad, por tanto, cuando se dice que el aprendizaje es significativo, se refiere a que esta información tuvo gran trascendencia que modificó la estructura del cerebro, por ello al remitirse a este concepto, nos sitúa a una comprensión en el campo de la neurociencia como el de la educación, dos terreno que convergen en la unión de los procesos de aprendizaje.

Es por esta razón, que la investigación tuvo un rol formador al contribuir en los principales hallazgos de las neurociencias aplicadas a la educación, pues permitió vislumbrar aquellos elementos que fueron de apoyo para el logro de los aprendizajes por parte de los estudiantes de educación secundaria, principalmente en la asignatura de química, siendo estos, moduladores y facilitadores de los procesos de interiorización y solidificación de la información.

En este sentido, las dinámicas e interacciones que se generaron en las aulas escolares, así como en los espacios destinados para manipular e interpretar la información, accedieron a la descripción de los mecanismos internos de los adolescentes, de modo que se valoró el impacto de las actividades implementadas con

las explicaciones de las neurociencias, a fin de interpretar lo que sucede en el cerebro cuando se llevaron a cabo dichas actividades, visualizando a su vez, la importancia y el impacto de los ambientes engendrados en los espacios de socialidad del aprendizaje.

Debido a esto, se logró visualizar los siguientes aspectos que son sustanciales en la enseñanza y el aprendizaje de la química, por lo que, se resaltan los fundamentos neurobiológicos y los momentos de aprendizaje de los estudiantes de educación secundaria; en virtud de ello, se parte del conocimiento que se tiene acerca de la neuroplasticidad y el aprendizaje de la química, destacando lo siguiente:

- Las ideas previas son las bases principales para construir el aprendizaje de la química dado que, son los cimientos que pueden anclar la información existente con la reciente, ya que, como lo mencionaba Ausubel en su teoría sobre el aprendizaje significativo, cuando un nuevo concepto o idea realmente significativo para el estudiante se vincula con la información existente, se efectúa un proceso de asimilación que transforma los datos y enriquece los establecidos, por lo que, al llevarlos a los fundamentos neurocientíficos, se dice que el aprendizaje modificó y alteró las estructuras cerebrales puesto que, reforzaron, intensificaron o en su debido caso, debilitaron sus comunicaciones neuronales construidas con anterioridad.

En este sentido, el relacionar los saberes y experiencias previas de los adolescentes con los datos que aún desconoce, permite consolidar y potenciar el conocimiento de la química y, por consiguiente, generar esa neuroplasticidad en su cerebro. Por lo que, al recuperar su información y relacionarlo con situaciones que ya conoce, facilita los procesos memorísticos al evocar los recuerdos y experiencias previas, además, de expresar los elementos atencionales, es decir, los aspectos que ayudan a concentrarse y focalizar su mirada a hechos atractivos, relevantes y conocidos por el estudiante.

De tal suerte que, al manifestar los conocimientos que traen consigo los aprendices, hace posible la construcción y reafirmación de su realidad, por lo tanto, lo previo será un gran aliado para la construcción de puentes que

intensifique y refuerce sus saberes sobre el mundo que les rodea, pero sobre todo de la comprensión de la química.

- El conocer correctamente a los estudiantes desde las formas en las que ellos prefieren y desean aprender, es una gran oportunidad para el diseño e implementación de las actividades, y, por consiguiente, en la construcción de aprendizajes, ya que su atención está más enfocada a lo que desea y quiere. Por tanto, el rol del docente como guía y formador de conocimientos es, además, el de investigador, ya que trata de averiguar a detalle cómo aprenden sus estudiantes para aprovechar como trabajar sobre sus gustos e intereses y, sacarles fruto como el mejor rendimiento a sus procesos de aprendizaje.

De esta forma, comprender cómo aprenden los estudiantes de tercer grado grupo "A" a partir de la pregunta ¿Cómo aprendo? logró entender las maneras más idóneas de llegar a ellos, es decir, los motivos a los cuales se puede acceder más fácilmente a sus cerebros y alcanzar sus procesos de aprendizaje. De modo que permite la reestructuración y modificación constante de las actividades a fin de captar su interés y atención por aprender de la química.

Aunado a esto, los recientes hallazgos en cuestión de las neurociencias, hace posible la construcción de secuencias didácticas que logren en los estudiantes, procesar la información de su medio con mayor facilidad y sencillez, puesto que, el cerebro es el que integra e interioriza los datos de su ambiente y los transmite; por lo que, trabajar en función de los mecanismos cerebrales, abre la puerta a la comprensión del cómo y cuándo este órgano está dispuesto a aprender.

- El uso de la experimentación en la enseñanza de la química, permite manipular, observar y concretar los conocimientos de los estudiantes al reforzar la teoría con la práctica, por lo que este tipo de actividades tienen una gran incidencia en el interés y motivación de los estudiantes por aprender ciencias, ya que toman un papel como reafirmantes del conocimiento y

atractivos al llamar la atención de los adolescentes de educación secundaria, ya que genera emoción e incertidumbre por el saber que ocurre.

De tal manera que, la implementación de la experimentación para favorecer el aprendizaje de los estudiantes de tercer grado, ayuda a formalizar los contenidos de la química y fomentar el hábito de explorar y cuestionar aquello que le causa curiosidad. Puesto que, al aplicar este tipo de actividades en donde se engendran los aprendizajes de los estudiantes y de la química, se hace posible el fortalecimiento de las comunicaciones sinápticas, en tal sentido, se intensifican y sensibilizan las neuronas por el paso de la información de una célula a otra, logrando el refuerzo de los datos; y a su vez, ocasiona la liberación de neurotransmisores ligados al placer y a la felicidad, ya que la experimentación involucra emociones positivas que enriquecen el recuerdo y la memoria a largo plazo.

- La lúdica y el juego en la enseñanza de la química, permite sacar a los estudiantes fuera de lo común, es decir, desprenderse de la acción pasiva a la cual se encuentran con regularidad, por lo que las actividades en donde se involucran estos elementos, favorecen en la reafirmación y construcción de los conocimientos de la química que se solidifican en y fuera del aula.

En tal sentido, cuando se llevan a cabo, el estudiante tiene la libertad de actuar y manipular los objetos que se encuentran a su alrededor, usar su creatividad, y al mismo tiempo, socializar con sus pares, de modo que son una gran herramienta para expresar sus saberes sobre el tema de estudio e interactuar constantemente con su ambiente.

De esta forma, se logra transmitir los impulsos eléctricos y químicos con facilidad, efectuando un reajuste y reafirmación de las comunicaciones entre las células cerebrales, puesto que, la lúdica y el juego involucran una serie de situaciones afectivas como emocionales que permiten moldear e intensificar las conexiones neuronales, esto al desempeñar diversas actividades que demanda el ambiente y el cerebro, logrando así la neuroplasticidad; de modo que, con la lúdica y el juego se tiene en cuenta una mayor atención y disposición por

aprender de los contenidos que le son transmitidos, llevando la información a la memoria de largo plazo.

- Los ambientes novedosos, atractivos y positivos, alcanzan un alto grado de atención en los estudiantes de educación secundaria, ya que permiten centrar su mirada aquello que les gusta, les agrada y les causa interés, por lo que el diseño de escenarios placenteros, de confianza y que estén en constante cambio, logran movilizar su sistema de atención, y, por consiguiente, el de la memoria; destacando a los ambientes como un ingrediente que facilita el proceso de aprendizaje de los adolescentes.

De esta forma, los hallazgos obtenidos en esta investigación acceden a una revalorización de la práctica docente al pensar y cuestionarse sobre el ¿Cómo estamos enseñando ciencias? Pero sobre todo preguntarse ¿Cómo aprenden los estudiantes de educación secundaria? Ya que abre las puertas a la comprensión de los procesos de aprendizaje de los adolescentes, y con ello, a entender qué elementos y estímulos son convenientes para favorecer los procesos de retención y asimilación de la información.

De modo que, el analizar y explorar los avances de las neurociencias en la educación, permiten redescubrir los procesos de aprendizaje de los estudiantes a partir de una base biológica que intenta sustentar el comportamiento humano, accediendo al conocimiento del cerebro que intenta profundizar sobre el cómo aprenden los estudiantes de educación secundaria, posibilitando una herramienta fundamental en las prácticas donde se desempeña la labor docente, puesto que permite una función exitosa dentro del campo de la educación al estar íntimamente interactuando con seres que piensan, reflexionan y actúan sobre el mundo, pues al final de cuentas estamos enseñando a sujetos que gozan de un cerebro que procesa y almacena la información que desea y necesita para su supervivencia.



## Referencias documentales

- Aguilar, L. A., Espinoza, G. P., Oruro, E. P., & Carrión, D. (25 de agosto de 2010). Aprendizaje, memoria y neuroplasticidad. *Unife*, 7-14.
- Alcantarilla, S. C. (2015). *La actividad científica. Investigando a los 3 años: experimentar para aprender*. Universidad Internacional de La Rioja. Facultad de Educación.
- Alcaraz, V. M. (2001). *Estructura y función del sistema nervioso*. México, D.F.: Manual Moderno.
- Álvarez, J. L. (2008). *La investigación cualitativa*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html>
- Arias, A. G. (2010). Neurociencias y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Historia y Humanidades*, 179-186.
- Arreguín, I. J. (julio-septiembre de 2013). Sinapsis y memoria procedimental. *Arch Neurocién*, 18(3), 148-153.
- Barnabé, T. H., Moreno, C. P., & Pineda, N. E. (2018). Reflexiones sobre el desarrollo del aprendizaje y la complejidad neurocognitiva. *Quaestio*, 455-470.
- Barrios-Tao, H. (2016). Neurociencias, educación y entorno sociocultural. *Psicología social*, 395-415.
- Bernabéu, E. B. (2017). La atención y la memoria como claves del proceso de aprendizaje. Aplicaciones para el entorno escolar. *ReiDoCrea*, 6(2), 16-23.
- Broche-Pérez, Y., & Cruz-López, D. (2014). Toma de decisiones en la adolescencia: Entre la razón y la emoción. *Ciencia cognitiva*, 70-72.
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La educ@ción*, 1-14.
- Carminati, M. D., & Waipan, L. (2012). *Integrando la neuroeducación al aula*. Buenos Aires: Bonum.
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (abril-junio de 2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educare*, 5(13), 41-44.
- Chaves, S. A. (septiembre de 2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Revista Educación*, 25(2), 59-65.

- Chiliquinga, R. R., & Masaquiza, M. R. (Noviembre-Enero de 2019). Estimulación neurocognitiva y aprendizaje de la lengua ancestral Kichwa. *Revista Cientific*, 4(14), 286-307.
- Colmenares, A. M. (17 de Agosto de 2011). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 102-115.
- De la Barrera, M. L., & Danolo, D. (10 de abril de 2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista digital universitaria*, 10(4), 1-18.
- Dzib, A. G. (julio de 2013). La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales. *Revista Chilena de Neuropsicología Universidad de la Frontera*, 8(1), 20-25.
- Feinstein, S. (2016). *Secretos del cerebro adolescente: Estrategias basadas en investigación para*. México: Grupo Editorial Patria.
- Felipe, A. E., Gallarreta, S., & Merino, G. (s.f.). Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-10.
- Gago, L. G., & Elgier, Á. M. (2018). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. Aportes, límites y caminos futuros en el campo educativo. *Psicogente*, 21(40), 476-494.
- Garcés, V. M. (2014). Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *CES MEDICINA*, 119-132.
- García, A. X., & Moreno, Y. A. (2020). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-Reflexión. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 13(24), 149-158.
- Glejzer, C. (2015). *Las bases biológicas del aprendizaje*. Buenos Aires, Argentina : Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires.
- Hernández, S. M., Mulas, F., & Mattos, L. (2004). Plasticidad neuronal funcional. *Revista de Neurología*, 538-568.
- Ibarrola, B. (2014). *Aprendizaje emocionante: Neurociencia para el aula*. Madrid, España: Biblioteca Innovación educativa.
- Izaurieta, F., & Saavedra, C. (s.f.). Redes neuronales artificiales. *Departamento de Física, Universidad de Concepción, Concepción, Chile*, 1-15.
- Lafarga, M. Á. (1994). *Biología celular de la neurona y de la sinapsis*. Universidad de Cantabria.
- Larrañaga, P., Inza, I., & Moujahid, A. (2015). Redes Neuronales. *Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad del País*, 1-19.

- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Editorial Graó.
- Luján, R. (abril de 2004). Bases moleculares de la señalización neuronal. *Ciencia al Día Internacional*, 5(2), 1-19.
- Martínez, S. (3-4 de marzo de 2017). Desarrollo y plasticidad del cerebro. *XIX Congreso sobre trastornos del neurodesarrollo. Instituto de neurociencias UMH-CSIC. Alicante*, 1-3.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Academia*, 19-44.
- Ortega, C. L., & Franco, J. C. (2010). Neurofisiología del aprendizaje y la memoria. Plasticidad neuronal. *Archivos de medicina. MedPub Journals*, 6, 1-7.
- Ortiz, A. O. (2015). *Neuroeducación ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?* Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Ortiz, T. A. (2009). *Neurociencia y educación*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Papalia, D. E., Wendkos, S. O., & Duskin, R. F. (2007). *Desarrollo humano*. McGrawHill.
- Pease, M. A., & Figallo, F. R. (2015). *Cognición, neurociencia y aprendizaje. El adolescente en la educación superior*. Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Poca, N. S. (2014). Neurociencias . *Scientia Revista de investigación*, 10-19.
- Ramírez, L. J. (s.f.). Psicobiología del comportamiento. Neuronas y sinapsis. *UNITEC*, 1-13.
- Reigosa, V. C. (s.f.). Neurocognición y aprendizaje: Retos para la educación inclusiva . *International Brain Research Organization*, 1-6.
- Rodríguez, G. G., Gil, J. F., & García, E. J. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada, España: Ediciones Aljibe.
- Saavedra, M. d. (2001). Aprendizaje basado en el cerebro. *Revista de psicología de la universidad de Chile*, 10(1), 141-150.
- Salas, R. S. (2003). ¿La educación necesita realmente de la neurociencia? *Estudios Pedagógicos*, 155-171.
- Salazar, S. F. (enero-junio de 2005). El aporte de la neurociencia para la formación docente. *Revista electrónica "Actualidades investigativas en educación"*, 5(1), 1-20.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGrawHill Educación.

Sierra, E. M., & León, M. Q. (julio-agosto de 2019). Plasticidad cerebral, una realidad neuronal. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 1-11.

Tarrés, M. L. (2004). *Observar, Escuchar y Comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. México, D.F. : Porrúa.

Veiga, L. (s.f.). *Neurociencia, aprendizaje y educación. Técnicas de estudio basadas en la neurociencia*. <https://educrea.cl/wp-content/uploads/2018/09/DOC1-neurociencias.pdf>

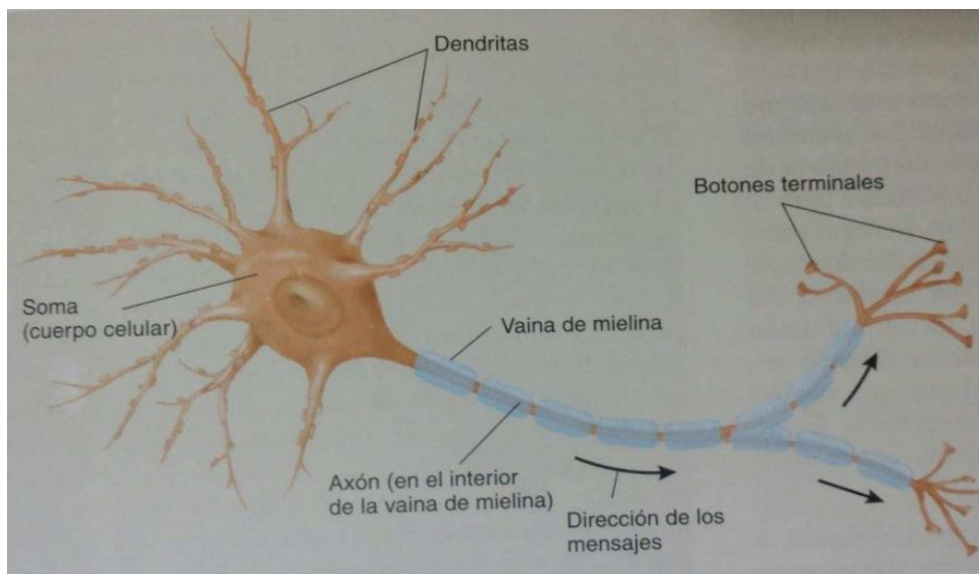
Yañez, S. M. (2013). La lúdica vs el juego ¿estrategia didáctica? *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 1-13.

# ANEXOS

# **Anexo 1.**

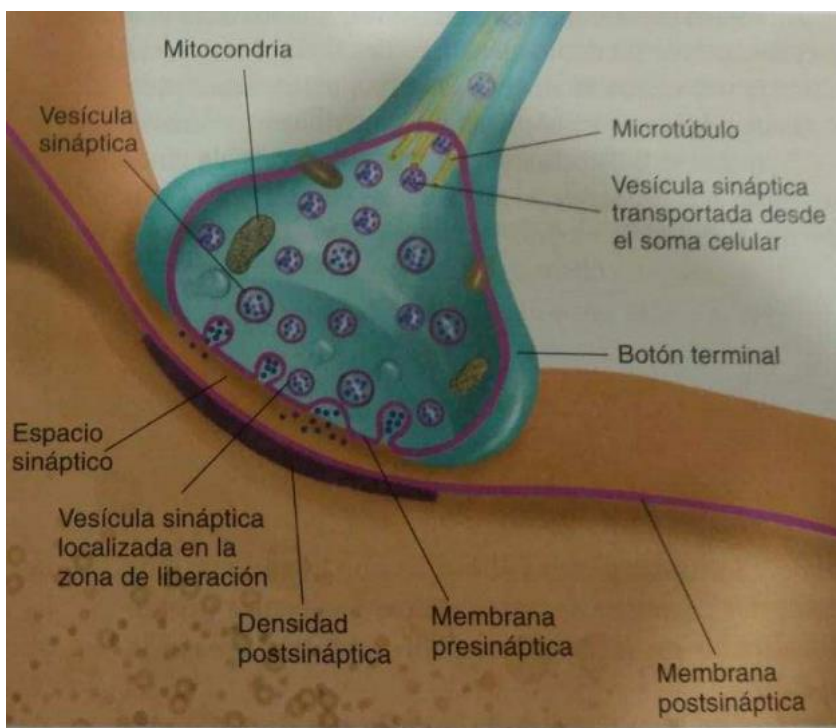
# **Imágenes**

Imagen 1. Morfología neuronal



Fuente: Ramírez (s.f.)

Imagen 2. Componentes de la sinapsis



Fuente: Ramírez (s.f.)

# **Anexo 2.**

# **Instrumentos**



### Observación participante

**Propósito:** Reconocer el impacto de las dinámicas que se llevan a cabo con el grupo de tercer año en la asignatura de química

**Aspectos a considerar:**

- Actividad desarrollada
- Relevancia de las actividades implementadas
- Clima
- Relaciones (diálogo entre estudiantes y docente-estudiante)
- Organización y participación del alumnado

## Instrumento 2. Cuestionario aplicado a estudiantes

### Cuestionario

Objetivo: Identificar las actividades didácticas más significativas que permiten e impiden el logro de las conexiones neuronales

Alumno (a): \_\_\_\_\_ N.L. \_\_\_\_\_

- ¿Qué actividad fue la que me gustó más, por qué?
- ¿Qué actividad fue la que menos me gustó, por qué?
- ¿Cómo me sentí en las clases de química?
- ¿Cómo te sentiste con las dinámicas y juegos que se realizaron en clase?

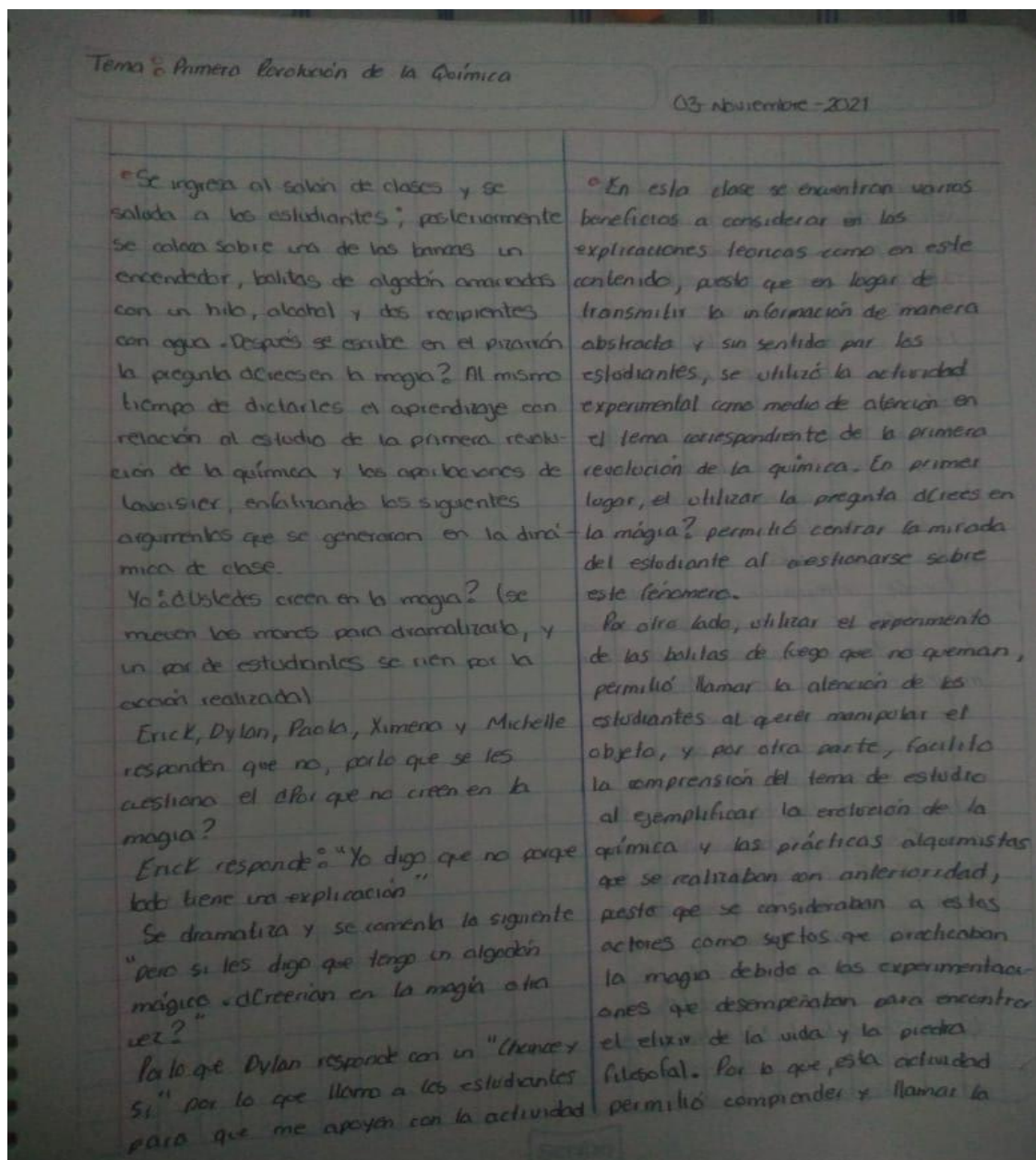
**Gracias por tu participación**

Fuente: elaboración propia

# **Anexo 3.**

# **Fotografías**

Fotografía 1. Diario del profesor



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2. Evidencia de uso de las analogías

**Actividad 12**

A.E.  
 Representa mediante los electrones de valencia, a partir de la estructura (el enlace químico) de Lewis  
 Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes)

**Estructura de Lewis**

Enlace químico. Es la unión entre dos o más átomos diferentes

Regla del octeto

Formar enlaces por pares más estables

Compasión, pérdida y ganancia de electrones de Valencia

gas noble

gas noble. No gracias

Compresión

Daña mi último electrón de valencia para que tú completes tu octeto

NE3

1. N(F)(F)F ✓

2. N(F)(F)F

3. N(F)(F)F

24-MARZO-2022

Familia de Pamela

Las columnas de la tabla periódica indican los grupos o familias -A, B, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Familia de Michelle

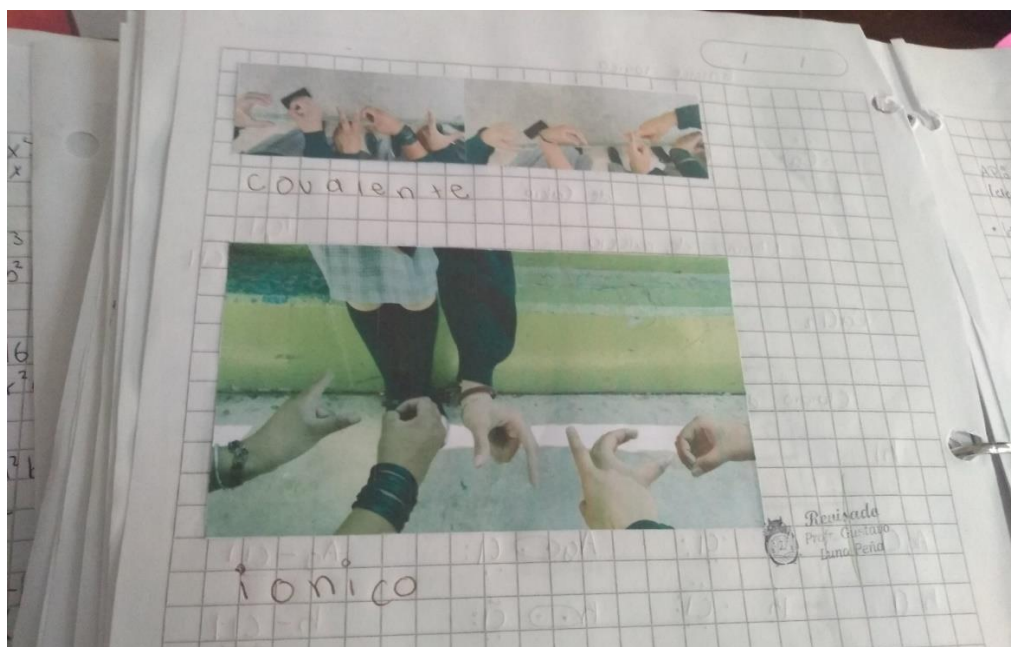
Las filas indican los periodos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Pamela	Herminia	Mamá	Papá	Théo	Abuelo	Abuelita
Michelle	Cherina	Genara	Mamá	Tía	Abuelita	Tía

Fuente: elaboración propia



Fotografía 3. El juego en el contenido de enlace químico



Fuente: elaboración propia

Fotografía 4. Actividad experimental: El cohete



Fuente: elaboración propia

"2022. Año del Quincentenario de Toluca, Capital del Estado de México"

## ESCUELA NORMAL DE TLALNEPANTLA

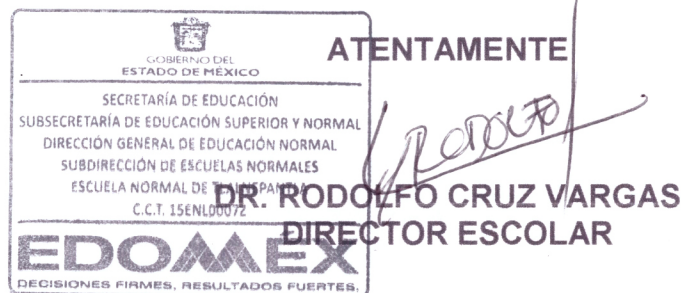
Asunto: Autorización del Trabajo de Titulación.

Tlalnepantla de Baz, México a 1 de julio de 2022.

C. LUNA PEÑA GUSTAVO ANGEL  
P R E S E N T E.

La Dirección de esta Casa de Estudios, le comunica que la **Comisión de Titulación** del ciclo escolar 2021 – 2022 y docentes que fungirán como sínodos, tienen a bien autorizar el **Trabajo de Titulación** en la modalidad de: **TESIS DE INVESTIGACIÓN**, que presenta usted con el tema: **La neuroplasticidad en el aprendizaje de la Química en Educación Secundaria**; por lo que puede proceder a los trámites correspondientes para sustentar su **EXAMEN PROFESIONAL**, cumpliendo con los requisitos establecidos.

Lo que se comunica para su conocimiento y fines consiguientes.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y NORMAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN NORMAL  
SUBDIRECCIÓN DE ESCUELAS NORMALES  
ESCUELA NORMAL DE TLALNEPANTLA  
RCV/NLGA/IVI