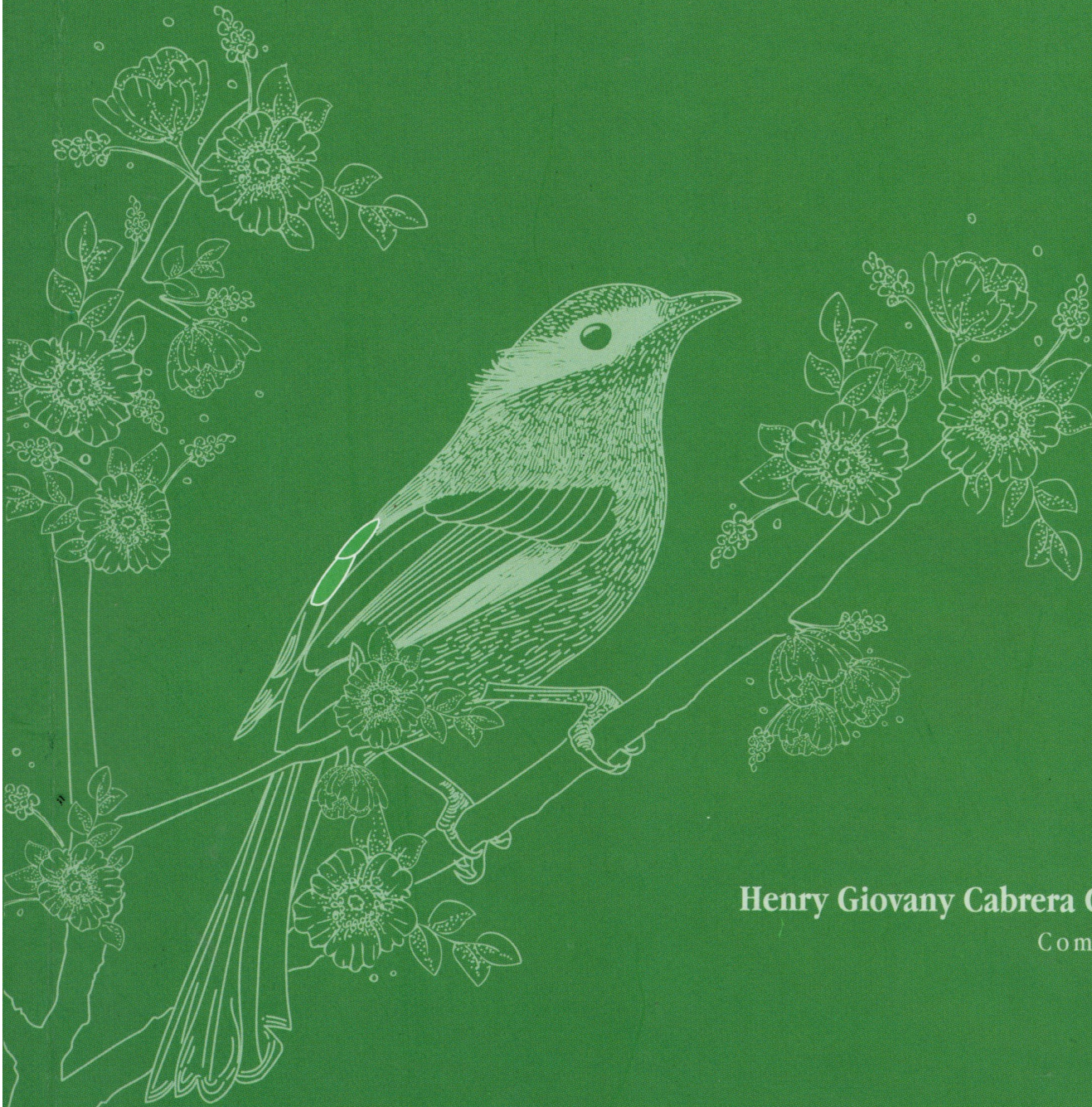


Educación en Biología

Aportes de estudios históricos
al diseño de unidades didácticas



Henry Giovany Cabrera Castillo
Compilador



Universidad
del Valle

Programa Editorial

Cabrera Castillo, Henry Giovany

Educación en biología : aportes de estudios históricos al
diseño de unidades didácticas / Henry Giovany Cabrera Castillo.

-- Cali : Programa Editorial Universidad del Valle, 2018.

152 páginas ; 24 cm. -- (Educación y pedagogía)

Incluye índice de contenido

1. Biología - Enseñanza 2. Biología - Historia 3. Desarrollo
curricular I. Tít. II. Serie.

570.7 cd 21 ed.

A1592040

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Universidad del Valle

Programa Editorial

Título: Educación en biología: aportes de estudios históricos al diseño de unidades didácticas

Compilador: *Henry Giovany Cabrera Castillo*

ISBN: 978-958-765-662-6

ISBN: 978-958-765-663-3

Colección: Educación y Pedagogía

Primera edición

Rector de la Universidad del Valle: Édgar Varela Barrios

Vicerrector de Investigaciones: Jaime Ricardo Cantera Kintz

Director del Programa Editorial: Francisco Ramírez Potes

© Universidad del Valle

© Henry Giovany Cabrera Castillo

Diagramación: Dany Stivenz Pacheco Bravo

Carátula: Juan Pablo Cáceres

Corrección de estilo: Luis Jaime Ariza Tello

Este libro, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducido por ningún medio sin
previa autorización escrita de la Universidad del Valle.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del (de los) autor(es) y no compromete
el pensamiento institucional de la Universidad del Valle, ni genera responsabilidad frente a terceros.
Cada autor es el único responsable del respeto a los derechos de autor del material contenido en
la publicación (fotografías, ilustraciones, tablas, etc.), razón por la cual la Universidad del Valle no
asume responsabilidad alguna en caso de omisiones o errores.

Cali, Colombia, marzo de 2018.

Educación en Biología

Aportes de estudios históricos
al diseño de unidades didácticas

Henry Giovany Cabrera Castillo

Compilador

E&P

Colección Educación y Pedagogía

Una revolución neuronal: los aportes de Santiago Ramón y Cajal.

Alexandra Bolaños Castillo
Estefany Guillén Reina

Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía - IEP
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación
Ambiental
Cali – Valle del Cauca
2020

Una revolución neuronal: los aportes de Santiago Ramón y Cajal.

Alexandra Bolaños Castillo
Estefany Guillén Reina

Universidad del Valle

Director de trabajo de grado
Henry Giovanni Cabrera Castillo

Instituto de Educación y Pedagogía - IEP
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación
Ambiental
Cali – Valle del Cauca
2020

RESUMEN

En el presente trabajo se plantea una propuesta de enseñanza acerca de la morfología y la fisiología de la neurona; a través de la construcción de una unidad didáctica. Ésta se desarrolla mediante la mirada integradora de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC), tomando como referencia un análisis hecho de las 12 primeras páginas del discurso pronunciado por el científico español Santiago Ramón y Cajal (SRC), en la entrega del Premio Nobel en fisiología o en Medicina en el año 1906. Teniendo en cuenta que, sus valiosos aportes en relación a la morfología y fisiología de la neurona le dió un giro al entendimiento del sistema nervioso no sólo en su época, sino también en la actualidad.

Para el diseño de la unidad didáctica, se extrajo 4 argumentos del discurso de Cajal y a partir de ahí, se proponen una serie de actividades que buscan que los estudiantes puedan tener un entendimiento integrador del tema. Así mismo, se tuvo en cuenta dibujos realizados por este científico, a fin de que ellos puedan interpretar y analizar imágenes científicas históricas. Finalmente, esta propuesta da cierre con una actividad relacionada con algunos momentos significativos de la vida de SRC; pues, lo que se busca con la propuesta, no es solo abordar este tema enmarcado en una serie de conceptos, sino también generar una visión en el aula sobre la ciencia como una práctica social.

Palabras Claves: Historia y filosofía de las ciencias, texto científico histórico, morfología y fisiología de la neurona, unidad didáctica.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	8
Marco Teórico.....	10
Aspectos de planificación docente.....	16
Contenido.....	16
Conceptual.....	16
Procedimental.....	16
Actitudinal.....	16
Objetivos.....	17
General.....	17
Específico.....	17
Destinatarios.....	17
Tiempo.....	17
Materiales.....	17
Argumento 1.....	17
Actividad de iniciación.....	18
Actividad de desarrollo.....	19
Actividad de aplicación.....	21
Argumento 2.....	22
Actividad de iniciación.....	22
Actividad de desarrollo.....	22
Actividad de aplicación.....	23
Argumento 3.....	24
Actividad de iniciación.....	24
Actividad de desarrollo.....	24
Actividad de aplicación.....	25
Argumento 4.....	27
Actividad de iniciación.....	27
Actividad de desarrollo.....	28
Actividad de aplicación.....	30
Actividad: momentos de la vida de Santiago Ramón y Cajal.....	31
Actividad de iniciación.....	31
Actividad de desarrollo.....	31
Actividad de aplicación.....	34
Consideraciones finales.....	35
Referencias Bibliográficas.....	35

CAPÍTULO 2

UNA REVOLUCIÓN NEURONAL: LOS APORTES DE SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

Alexandra Bolaños Castillo

Estefany Guillén Reina

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la educación en ciencias se busca promover que los docentes incorporen la HFC en su enseñanza, puesto que desde su función complementaria se puede destacar y recuperar conocimiento científico en entornos en los que la ciencia no logra hacerlo y que puede ser utilizado en los procesos educativos científicos (Chang, 2004, citado en Boido & Lombardi, 2012). De acuerdo con esta perspectiva, la HFC se considera una fuente de información incalculable que permite identificar recursos, materiales, modelos y habilidades cognitivas importantes y necesarias para la enseñanza. Su incorporación permite la humanización de la ciencia; es decir, contribuye a que los estudiantes dejen de verla como un campo alejado de su entorno y reconozcan que quienes hacen ciencia son personas “reales” con sus propias motivaciones y expectativas, que vivieron situaciones políticas y sociales concretas que influyeron en su trabajo (Aymerich, M. I., Martínez, Á. G., Gatica, M. Q., & Adúriz-Bravo, A., 2016). Además, posibilita crear ambientes de enseñanza y aprendizaje reflexivos, incrementando el pensamiento crítico y una mayor comprensión de contenidos científicos que en muchos casos carecen de sentido tanto para estudiantes como para docentes.

Ahora bien, enfocándonos en el campo de la biología distintos investigadores han abordado temáticas a partir de la mirada integrada de la HFC; entre ellos se encuentra Santesmases (2005), quien trabajó la historiografía de la biología molecular planteando lo importante de integrar campos de conocimiento, puesto que la biología molecular, al ser un área que apenas inició su desarrollo, debe conceptualizarse por consenso interdisciplinar entre biólogos e historiadores, con el fin de que en conjunto aporten una perspectiva completa que permita seguir dando respuestas a ideas que han marcado y siguen marcando las concepciones sobre qué es la vida, de dónde proviene, o cómo se controla.

Por su parte, Acevedo & García (2016) realizaron una propuesta basada en la controversia sobre la fermentación entre Pasteur y Liebig, en la que manifiestan que usar la historia de la ciencia en el aula de clase puede ser beneficioso para lograr la participación de los estudiantes siempre y cuando el tema a trabajar se plantee con un enfoque explícito y reflexivo; las narraciones deben ser descriptivas y detalladas, con el fin de evitar una visión demasiado lineal sobre cómo la ciencia produce sus nuevos conocimientos.

Un tema relevante en la biología, y específicamente en su enseñanza, es el sistema nervioso. Este regula y coordina las funciones y las actividades del cuerpo humano, integrando las dinámicas internas que se realizan en el cuerpo para garantizar su correcto funcionamiento. Un concepto base para el entendimiento de este tema es el de la morfología y la fisiología de la neurona, que significó una ardua labor y llevó a diversos científicos a diseñar y realizar una serie de descubrimientos. Entre ellos tenemos a Luigi Galvani (1737-1798), quien identificó la naturaleza eléctrica de los impulsos nerviosos y diseñó el modelo de su funcionamiento; Camillo Golgi (1843-1926), por medio de sus observaciones (teoría reticular) planteó la continuidad del tejido nervioso, desconociendo el espacio intersináptico que existe entre las células neuronales; y Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), con la teoría neuronal, planteando que las neuronas son contiguas, es decir que entre ellas existe un espacio intersináptico que las separa.

De acuerdo con lo anterior y reconociendo la importancia de enseñar este sistema del ser humano, el presente módulo estará centrado en el diseño de las actividades que integran los hallazgos obtenidos a partir del análisis realizado sobre el discurso aceptación del premio Nobel del científico español Santiago Ramón y Cajal. Dichos hallazgos corresponden a cuatro afirmaciones relacionadas con la morfología de las neuronas y su clasificación, la función de las partes de esta célula, la presencia de un espacio que hace que las neuronas no sean continuas sino contiguas, y el paso unidireccional del impulso nervioso (ley de polarización).

MARCO TEÓRICO

Estudio histórico de la neurona en Santiago Ramón y Cajal

En la historia de los estudios sobre el sistema nervioso se han postulado diversas teorías interesadas en la elaboración de una explicación sobre el funcionamiento y la morfología del mismo, principalmente enfocadas en la parte del impulso nervioso apoyándose en las leyes de la propagación de la electricidad por frote. Se tenía la presunción de que el fluido nervioso era igual al fluido eléctrico. Más tarde, entre los años 1780 a 1790, Galvani realizó aportes con respecto a la electricidad de la neurona, a la que le dio el nombre de Galvanismo. Este hecho de orden físico y biológico tan notable sirvió como guía para posteriores descubrimientos sobre la electricidad dinámica y como fundamento a la teoría eléctrica del sistema nervioso.

Otro científico importante que contribuyó en la invención del modelo de funcionamiento de este sistema fue el italiano Camillo Golgi (1843-1926), quien inventó un método de tinción histológica basado en la coloración selectiva de las células y las fibras nerviosas, que llamó *reazione nera* debido al color tan oscuro que tenían. Tanto sus observaciones como la técnica desarrollada dieron origen a la “teoría reticular”. Esta propuesta sostenía que el sistema nervioso estaba formado por fibras nerviosas conectadas en forma de una compleja red (*rete nervosa diffusa*), y fue aceptada por la comunidad científica de la época (Rodríguez, 2005). Sin embargo, el español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), apoyado en el método de tinción de Golgi y de Ehrlich (de azul de metileno), estudió diferentes estructuras del sistema nervioso desde la corteza hasta el cerebelo en muchos tipos de animales, incluido el ser humano (Rodríguez, 2005), lo que le permitió postular una teoría opuesta a la de Golgi.

Esta última es conocida como teoría neuronal y argumenta que el sistema nervioso está formado por células sin prosecución citoplásmica y con autonomía anatómica y fisiológica. Además, daba una explicación acerca de la transmisión del impulso nervioso que proviene de las dendritas y el cuerpo de las neuronas y viaja hacia el axón (Rodríguez, 2005). La teoría de Cajal lo ha hecho merecedor de recibir junto con Golgi el premio Nobel en el año 1906, pues sus aportes fueron decisivos en la historia de las investigaciones sobre el sistema nervioso ya que en su época sirvió para esclarecer la idea que se tenía. También ha sido de gran utilidad en la fundamentación fisiológica de la moderna neurología.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decide analizar el discurso que pronunció el científico español Santiago Ramón y Cajal cuando recibió el premio Nobel pues, como se ha dicho anteriormente, sus aportes son bases

fundamentales para las investigaciones acerca del sistema nervioso en la actualidad, y en este discurso, de 1906, manifestó los principales resultados obtenidos con su grupo de investigación en el campo de la histología y la fisiología del sistema nervioso.

Enseñanza de la morfología y la fisiología de la neurona a partir de los aportes de Santiago Ramón y Cajal

La neurona es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso, uno de los sistemas más complejos e importantes de nuestro organismo. Este es el encargado de procesar la información proveniente ya sea del medio externo, apoyándose de los órganos sensoriales, o del medio interno, de modo que se generen de forma inmediata respuestas de tipo muscular o glandular que permitan regular y equilibrar las diversas actividades del organismo (Hall, J. E., 2011). Por esto es pertinente que los (las) estudiantes reconozcan la importancia y el funcionamiento de este sistema a nivel microscópico para que se construya una comprensión del mismo y que esto a su vez sea motivante para relacionar y comprender, por ejemplo, la acción de las sustancias alucinógenas en el cuerpo, y otras situaciones cotidianas que pueden ser nocivas para que nuestro organismo funcione adecuadamente.

Sin embargo, al reconocer la importancia de este tema se debe hacer mención también a algunas dificultades de aprendizaje que se han encontrado en la búsqueda de antecedentes, entre estas la planteada por Serrano Gisbert, T. (2002), quien en su trabajo *“Desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años. Modelos mentales”* expone que una dificultad que presentan los estudiantes se da cuando pretenden describir en un nivel microscópico el funcionamiento del sistema nervioso en relación con los aspectos macroscópicos. Esto puede deberse a las ideas inconexas que los estudiantes construyen a lo largo de su etapa escolar, que no les permiten articular lo que pueden percibir con sus sentidos y lo que ocurre internamente en su cuerpo, y también es referido al docente, cuando este no trabaja los distintos niveles de representación sino que restringe los contenidos a simples conceptos sin que integren el nivel macro con el microscópico.

Otra dificultad es la que menciona Torres Durán, A. M. (2013) en su *“Propuesta metodológica para la enseñanza del sistema nervioso en el grado octavo de la institución educativa Francisco Miranda”*, donde señala que los estudiantes no reconocen con claridad la relación y la diferencia existentes entre el sistema nervioso y los demás sistemas del cuerpo humano, motivo por el cual se produce en el alumno confusión entre funciones y conceptos propios de este sistema, lo que puede darse en cierta medida por la ausencia del estudio de otros sistemas trabajados en primaria (Torres Durán, A. M., 2013).

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, se plantea la necesidad de concebir distintas formas de enseñar la morfología y la fisiología de la neurona, con el fin de promover la construcción de conocimientos y la mitigación de las dificultades de aprendizaje en este campo.

Descripción del texto científico-histórico

“Nobel lecture: the structure and connexions of neurons”

El TCH seleccionado fue el discurso de Santiago Ramón y Cajal en la entrega del *Premio Nobel en Fisiología o en Medicina* otorgado el 12 de diciembre de 1906 en Suecia. Este premio lo compartió con Camillo Golgi por su trabajo sobre la estructura del sistema nervioso.

En este TCH, Santiago Ramón y Cajal expuso los principales resultados obtenidos con su grupo de investigación en el campo de la histología y la fisiología del sistema nervioso, basados en la observación del cerebro, la médula espinal, el cerebro, el bulbo olfatorio y el lóbulo óptico en embriones y animales jóvenes. Cajal mencionó que dentro de su proceso investigativo usó el método de tinción de Golgi y Erlich para identificar varias fibras ramificadas que avanzan siempre hacia el cuerpo neuronal o hacia las expansiones protoplásmicas. También confirmó que los elementos del nervio poseen relaciones recíprocas en la contigüidad pero no en la continuidad.

Mencionaba que existía una sustancia especial que permite mantener las superficies de neuronas muy íntimamente en contacto, aunque no unidas entre sí, afirmación que refutaba la teoría reticular. Así mismo, hizo énfasis en la polarización dinámica (movimiento del impulso) de la neurona diciendo que esta constituía un retículo continuo desde las dendritas y el cuerpo celular al axón y su terminación periférica. Es importante destacar que para explicar sus investigaciones usó imágenes realizadas por él mismo con el propósito de representar las interconexiones neuronales y para acompañar la explicación de la morfología y la fisiología del sistema nervioso.

El análisis que se presentará a continuación abarca las 12 primeras páginas del discurso, debido a que en ellas Cajal hizo importantes afirmaciones sobre la fisiología y la morfología de la célula neuronal, que son las de importancia para este módulo, y constituyen insumos para diseñar actividades.

Análisis de los argumentos

A partir del análisis realizado al TCH de Santiago Ramón y Cajal del año 1906, con respecto a sus observaciones y conclusiones acerca de la

morfología y la fisiología de la neurona, se identificaron cuatro afirmaciones que sirven como base para el diseño de las actividades:

1. [...] al principio de nuestra investigación había conjeturas sólo vagas en cuanto al comportamiento de las ramas de los axones y colaterales. Aplicamos el método de Golgi, en primer lugar, en el cerebelo y luego, en la médula espinal, el cerebro, el bulbo olfatorio, el lóbulo óptico, la retina, entre otras partes de los embriones y animales jóvenes, y nuestras observaciones revelaron, en mi opinión, la disposición terminal de las fibras nerviosas. Estas fibras, varias veces ramificadas, siempre avanzan hacia el cuerpo neuronal, o hacia las expansiones protoplásmicas que dan origen a plexos o muy fuerte jerarquías de nervio atadas y ricas. Las cestas pericelulares y los plexos trepadores, y otras estructuras morfológicas, cuya forma varía según los centros nerviosos de estudio, confirman que los elementos de nervio poseen relaciones recíprocas en la contigüidad, pero no en la continuidad. Confirma también que esos contactos más o menos íntimos siempre se establecen, no solamente entre las arborizaciones nerviosas, sino entre estas ramificaciones, por una parte, y el cuerpo y los procesos protoplásmicos por el otro (Cajal, 1906, pág. 220, 2do párrafo, 6ta línea)

A partir de lo anterior se puede destacar que las observaciones realizadas por Cajal sobre el tejido nervioso estuvieron basadas en la utilización del método de tinción desarrollado por Camillo Golgi. La razón de hacer uso de este método y no de otro se debe a que el objeto de estudio de Cajal era el mismo que el de Golgi, lo que le daba la certeza de que con esa tinción podría observar la estructura y la unión de las neuronas. Este método, al que él llamó "Reazione Nera" (reacción negra, debido a su color oscuro), consistía básicamente en sumergir la muestra de tejido nervioso en una solución acuosa de dicromato de potasio o de amonio al 2,5% por dos días; posterior a su secado quedaba en forma de bloque y este se debía sumergir en una solución acuosa de 0.5 o 1 % de nitrato de plata por otros 2 días. Al cabo de ese tiempo se procedía a realizar cortes seccionales y deshidratación con etanol a la muestra, lo que permitía que se identificaran en el tejido elementos celulares como axón, dendritas, soma y sus distintas ramificaciones.

A esta técnica de tinción Santiago Ramón y Cajal le hizo ciertas modificaciones en cuanto al control de algunas condiciones en la reacción: por ejemplo, aumentó la concentración de dicromato potásico (del 2,5% indicado por Golgi a 3,5%) y extendió la inmersión en el baño de nitrato de plata usando en su lugar nitrato reducido de plata (de dos días según Golgi, a seis días); en segundo lugar, ideó el método de la doble impregnación, que consistía en realizar un segundo ciclo de tinción que reafirmaba la coloración obtenida en el primer baño (Baratas-Díaz, 1997); también adoptó el método de Ehrlich, empleando azul de metileno, que le permitió estudiar diferentes

estructuras del sistema nervioso desde la corteza hasta el cerebelo en muchos tipos de animales.

Ahora bien, cuando Cajal aplicaba el método de tinción de Golgi buscaba observar distintas partes (retina, lóbulo olfatorio, cerebelo, etc.) en embriones y animales jóvenes. Según Alonso (1994), algunos factores que diferencian el trabajo realizado por Cajal con el de Golgi tienen que ver con el factor biológico, que sustenta la razón por la cual Cajal empleó embriones o animales jóvenes en lugar de animales adultos, ya que los animales adultos presentan un mayor grado de mielinización en los axones y en sus ramificaciones, lo que hace que al entrar en contacto con la tinción, considerando que la mielina es de contenido lipídico, no se produce la impregnación de esta haciendo que el proceso quede incompleto; los animales jóvenes o embriones poseen en sus tejidos menor grado de mielinización y consistencia, lo que facilitaba la observación de zonas difíciles de impregnar.

Además de ello, cuando Cajal hace mención de términos como *plexo*, *expansiones protoplasmáticas*, *contiguas continuas*, relacionándolos con lo que plantea actualmente la teoría neuronal, se puede decir que lo que concluye Cajal, en oposición a la teoría reticular que planteaba que el sistema nervioso estaba constituido por una red continua de neuronas (apoyada por Camilo Golgi), es que las terminaciones ramificadas de las fibras nerviosas (prolongación del axón) avanzan hasta las dendritas (expansiones protoplasmáticas) formando una red de nervios (plexos) que varía según los centros nerviosos que se estudien; sin embargo estos nervios, aunque varían, tienen una característica similar propia de todas las células nerviosas, y es que las dendritas se encuentran cercanas a las terminaciones de las fibras nerviosas pero no están unidas, es decir, son contiguas y no continuas.

2. [...] la retina puede considerarse como un ganglio nervioso formado por tres filas de los corpúsculos de ornerve de las neuronas: la primera fila incluye los bastones y conos con sus prolongaciones descendiendo formando la capa granular externa; segundo se compone de las células bipolares y la tercera contiene las neuronas ganglionares. [...] Los factores esenciales están representados, externamente por los procesos terminales de la prolongación de las células. (pág. 225).

Cajal hizo la distinción en cuanto a la estructura de las células nerviosas de la retina. En su discurso plantea que estas disponen de dos terminaciones y son conocidas como células bipolares; concluye, entonces, que son totalmente distintas de las células nerviosas que comúnmente se muestran en los libros de texto. También nos dice que esos factores morfológicos tienen que ver con los procesos terminales de la prolongación que tenga la

célula; es decir que, dependiendo de las prolongaciones que tenga la célula, así mismo se clasifica. Es importante destacar que no es muy usual en los colegios, incluso en algunos libros, hacer la distinción de ese aspecto de las neuronas, si bien aunque todas tienen las mismas partes no poseen la misma forma; así mismo, se conocen actualmente más tipos de neuronas entre las que destacamos las células monopolares, que son aquellas que tienen una sola prolongación de doble sentido que actúa a la vez como dendrita y como axón (entrada y salida); las bipolares, que tienen dos prolongaciones, una de entrada que actúa como dendrita y una de salida que actúa como axón; y las multipolares, que son las más típicas y abundantes, y poseen un gran número de prolongaciones pequeñas de entrada, las dendritas, y una sola de salida, el axón.

3. [...] *El examen del movimiento de impulsos nerviosos en los órganos sensoriales como la retina, el bulbo olfativo, los ganglios sensoriales y la médula espinal, etc., demuestra no sólo que las expansiones protoplásmicas juegan un papel de conducción; más que eso, el movimiento nervioso en estas prolongaciones es hacia la célula o axón, mientras que está lejos de la célula en los axones. Esta fórmula, es llamada la polarización dinámica de las neuronas.* (pág. 221, 3er párrafo).

Uno de los aportes de Cajal fue explicar cómo se da el tránsito de los impulsos nerviosos por las redes neuronales, condensado en la que llamó ley de polarización dinámica de las células nerviosas, de acuerdo con la cual las dendritas (expansiones protoplasmáticas) conducen la información a las prolongaciones (axón); es decir, las dendritas captan un estímulo dado por los sentidos y este viaja a través del cuerpo del axón hasta sus terminaciones, y así mismo se da en todas estas células (De Felipe, 2008).

4. [...] *Confirma también que esos contactos más o menos íntimos siempre se establecen, no solamente entre las arborizaciones nerviosas, sino entre estas ramificaciones, por una parte, y el cuerpo y los procesos protoplásmicos por el otro. Un cemento granular o sustancia especial conductora servirían para mantener las superficies de neuronas muy íntimamente en contacto.* (pág. 220, 2do párrafo, línea 19).

En esta afirmación, Cajal y su equipo de trabajo reconocen que entre las neuronas existe un contacto más o menos íntimo; es decir, que ellas se encuentran separadas por un espacio muy reducido. A este espacio actualmente se le conoce como espacio intersináptico, que tiene una amplitud de 20 a 50 nanómetros, y en él se lleva a cabo el proceso de comunicación

denominado sinapsis, que se da entre dos o más neuronas (una pre-sináptica y otra pos-sináptica), lo que permite el paso rápido y eficaz del impulso nervioso. En la sinapsis interviene lo que denomino Cajal “*un cemento granular o sustancia especial*” que les ayuda a las neuronas a mantenerse en contacto; a esa sustancia se le conoce en la actualidad como neurotransmisores, biomoléculas que se encuentran almacenadas en unas vesículas sinápticas liberadas al recibir un estímulo, lo que permite o inhibe su propagación (León, M & Lázaro, O. 2016).

ASPECTOS DE PLANIFICACIÓN DOCENTE

Contenido

Conceptual

- Comprender las partes y la clasificación de las neuronas, además del papel que juegan los neurotransmisores en la sinapsis como medio de comunicación del impulso nervioso.

Actitudinal:

- Participar activamente en las actividades planteadas en clase.
- Reconocer y respetar otros puntos de vista.
- Reflexionar sobre la labor del científico en la sociedad y reconocer sus aportes.
- Concebir la ciencia como una práctica social.
- Responder por los compromisos estipulados en clase.
- Reconocer la importancia del sistema nervioso, cuidando y respetando su cuerpo.

Procedimental:

- Reconocer aspectos relevantes de la vida de Santiago Ramón y Cajal por medio de un juego de roles.
- Representar de forma escrita, icónica o teatral, posibles explicaciones a los procesos que realiza la neurona.
- Interpretar y analizar imágenes, textos y videos sobre las clasificaciones y las partes de la neurona.
- Relacionar el proceso de comunicación de la neurona con sucesos de la vida cotidiana.
- Propiciar la búsqueda y la selección de información proveniente de distintas fuentes.

Objetivos:**Objetivo general**

- Comprender la morfología y la fisiología de la neurona en el ser humano a través de la integración de la obra y la vida de Santiago Ramón y Cajal, la que permita a su vez visualizar la ciencia como una práctica social.

Objetivos específicos

- Plantear preguntas y explicaciones provisionales que permitan la interpretación de sucesos de la vida cotidiana, así como imágenes, escritos y videos en relación con la morfología y la fisiología de la neurona.
- Reconocer que la ciencia es una práctica social alcanzable, y que uno de los principales exponentes de la teoría neuronal es el científico español Santiago Ramón y Cajal.
- Comprender que la neurona tiene una morfología diferente de la que caracteriza las demás células y que cumple con la función de transmitir unidireccionalmente los impulsos nerviosos.

Destinatarios

- Estudiantes de secundaria entre los grados sexto y séptimo.

Tiempo

- 5 sesiones (3 horas por sesión).

Materiales:

- Audiovisuales (videos).
- Impresos y fotocopiados (documentación y actividades).
- Manipulables (balón y distintos materiales reciclables).
- Proyectables (imágenes).

A continuación se plantean las actividades de introducción, desarrollo y aplicación correspondientes para cada uno de los cuatro argumentos seleccionados. Además de ello, como actividad de cierre se propuso una representación teatral ligada directamente con aspectos de la vida de Santiago Ramón y Cajal y lo relevante de ella en el curso de la historia de la ciencia.

Argumento 1

Objetivo: Reconocer y saber que la neurona es una célula nerviosa y que lo característico de su morfología (dendritas, soma, axón y terminaciones del axón) responde a la función que cumple en la recepción de estímulos y el paso del impulso nervioso.

ACTIVIDADES

Actividad de iniciación

Para empezar, se propone que el docente proyecte una imagen de la célula eucariota animal (Imagen 2.1)⁴ y con ella plantee preguntas de generalización y definición como ¿qué tipo de célula es?, ¿qué la diferencia de otras células?, ¿cómo está conformada? De acuerdo con el proceso de socialización, el docente debe actuar como mediador entre las ideas presentadas y lo que dice la literatura sobre el tema, para que así el diálogo grupal no quede solo como una actividad más ni como un conjunto de ideas sueltas sino que sea enriquecedor y permita afianzar los planteamientos presentados por los (las) estudiantes en sus respuestas. Esta actividad se realiza con el fin de establecer nuevamente las características básicas de la célula eucariota animal, puesto que se asume como un tema ya visto por los (las) estudiantes.

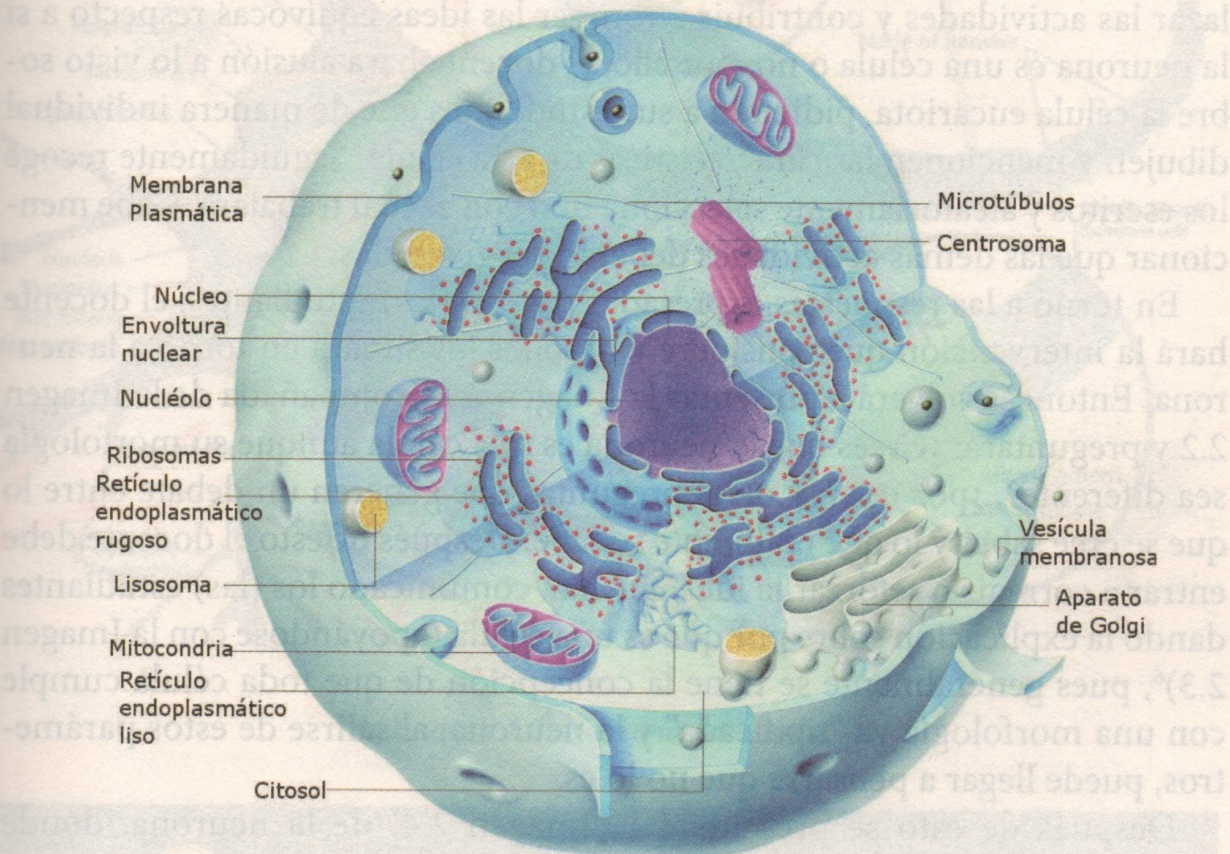


Imagen 2.1. Célula eucariota

4 La siguiente dirección web remite a la imagen 2.1: https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Alejandro_Porto#/media/File:CelulaEucariotaAnimal.jpg

Actividad de desarrollo

Posteriormente se presenta una imagen de la neurona (Imagen 2.2)⁵ —sin que se mencione su nombre— acompañada de preguntas indagadoras como: ¿La siguiente imagen a qué alude?, ¿la han visto citar en algún libro u otro lugar?, ¿saben qué es o se les asemeja a alguien/algo?, ¿en qué lugar del cuerpo cree que ésta se podría encontrar? Estas preguntas actúan como punto de partida para introducir la temática. Cuando ya se dé por terminada la discusión de las preguntas, el docente conceptualizará respecto a qué representa la imagen aclarando ideas que se puedan haber generado en el aula de clase. La conceptualización debe estar orientada a establecer qué es la neurona y cuáles son sus partes, qué función cumple, y en qué lugar del cuerpo se encuentra.

Cuando los (las) estudiantes están situados en el tema de la neurona y saben sobre ella de forma general, se procede a retomar en cierta medida la primera actividad realizada sobre la célula eucariota, esto con el fin de entrelazar las actividades y contribuir a romper las ideas equívocas respecto a si la neurona es una célula o no; por ello, el docente hará alusión a lo visto sobre la célula eucariota, pidiendo a sus estudiantes que de manera individual dibujen y mencionen las características de esta célula. Seguidamente recoge los escritos y aleatoriamente selecciona uno con el cual trabajará. Cabe mencionar que las demás actividades deberán ser revisadas.

En torno a las respuestas expresadas por los (las) estudiantes, el docente hará la intervención que considere y después los situará en torno a la neurona. Entonces volverá a presentar la Imagen 2.1 acompañada de la Imagen 2.2 y preguntará: ¿Crees que la neurona es una célula aunque su morfología sea diferente?, ¿por qué?, y otras preguntas que generen un debate entre lo que se cree saber y lo que realmente se sabe. Después de esto el docente debe entrar a corregir o reforzar la idea que han comunicado los (las) estudiantes dando la explicación sobre por qué es una célula (apoyándose con la Imagen 2.3)⁶, pues generalmente se tiene la concepción de que toda célula cumple con una morfología ya “tipificada” y la neurona, al salirse de estos parámetros, puede llegar a pensarse que no lo es.

Después de esto se presentará la Imagen 2.4⁷ de la neurona, donde se visualizan claramente sus partes y el paso del impulso nervioso, para

5 La siguiente dirección web remite a la imagen 2.2 <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Neurona.svg>

6 La siguiente dirección web remite a la imagen 2.3 <https://pixabay.com/es/rojo-la-ciencia-diagrama-celular-41524/>

7 La imagen 2.4 ha sido modificada de forma tal, que los círculos de color amarillo hagan alusión al paso del impulso nervioso. La imagen original se encuentra en la siguiente dirección web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Neurotransmisores.png>

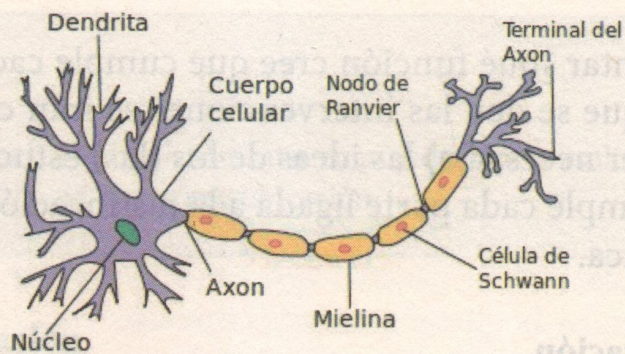


Imagen 2.2. Neurona

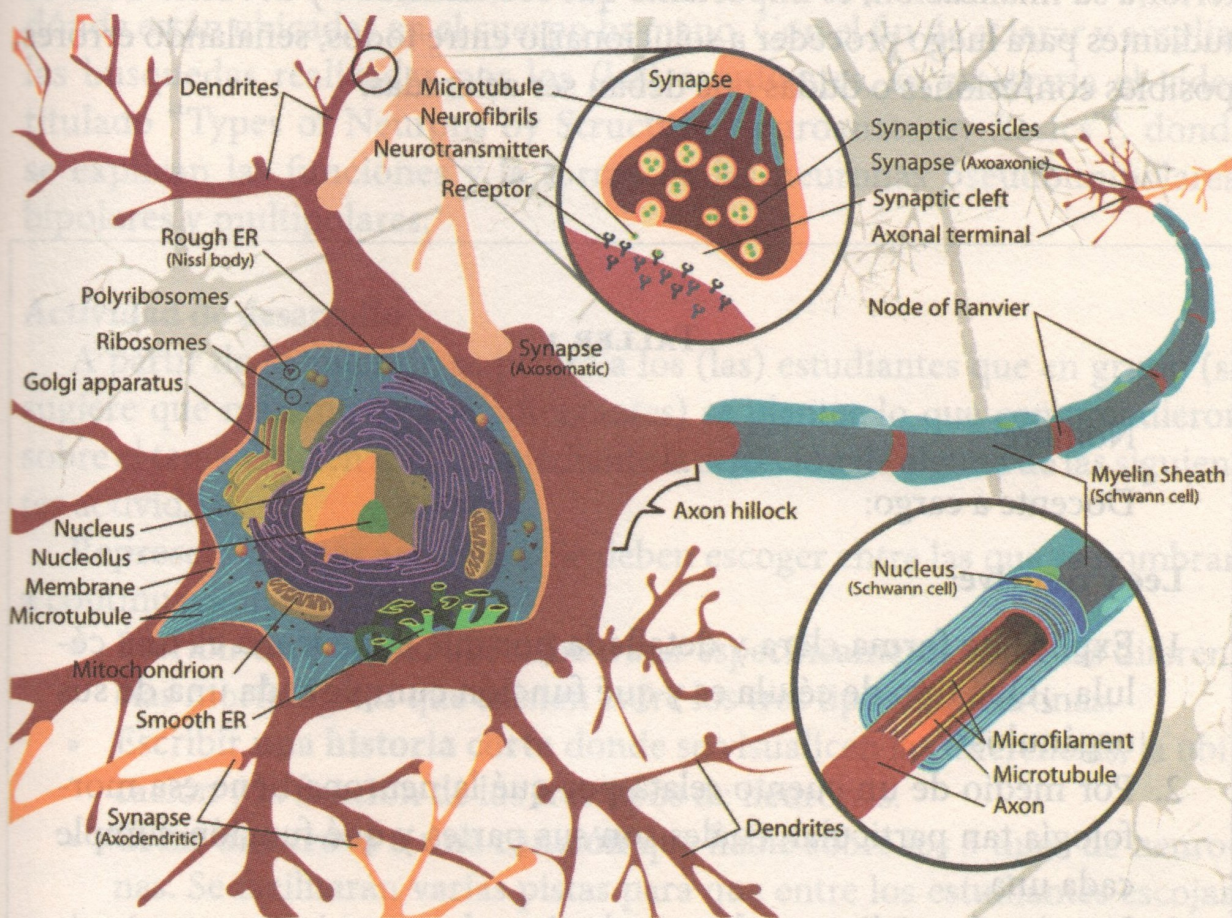


Imagen 2.3. Neurona detallada

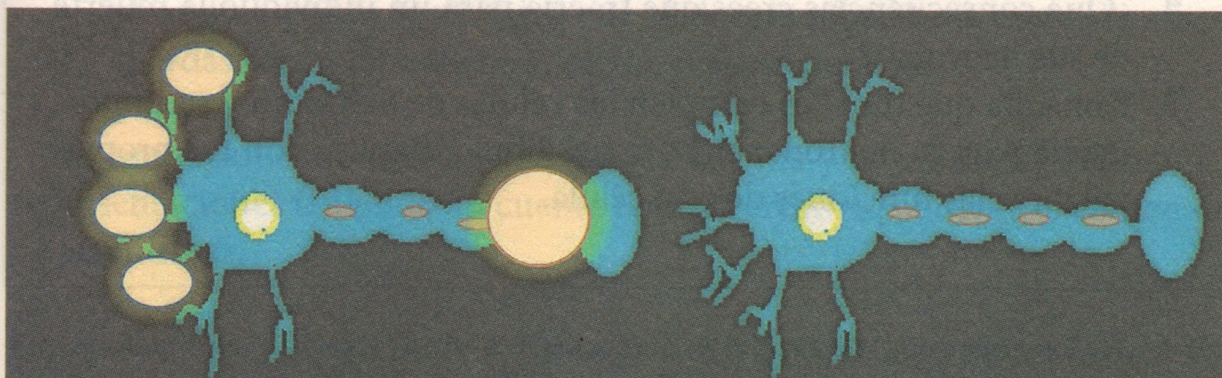


Imagen 2.4. Neuronas y paso del impulso

proceder a preguntar ¿qué función cree que cumple cada parte de la neurona. A medida que se den las intervenciones se irán complementando y aterrizando (de ser necesario) las ideas de los (las) estudiantes, explicando la función que cumple cada parte ligada a la justificación del porqué de su forma característica.

Actividad de aplicación

Terminada la actividad anterior, el docente hará entrega del Taller 1. Posterior a su finalización, es importante que sea calificado y devuelto a sus estudiantes para luego proceder a solucionarlo entre todos, señalando errores, posibles confusiones o dudas que deban ser aclaradas.

TALLER 1

Nombre:

Grado:

Docente a cargo:

Fecha:

Lee y resuelve:

1. Explica de forma clara y detallada por qué la neurona es una célula. ¿Qué tipo de célula es y qué función cumple cada una de sus orgánulos?
2. Por medio de un cuento relata por qué la neurona tiene esa morfología tan particular, cuáles son sus partes y qué función cumple cada una.
3. La vaina de mielina ayuda a que los impulsos nerviosos se transmitan de neurona a neurona de manera más rápida, ¿Qué crees que pasaría si las neuronas no contaran con la mielina?
4. ¿Qué consecuencias crees que traería para un individuo la muerte de sus neuronas?
5. Consulta qué función cumplen las células de Schwann y su importancia para la neurona; elabora un dibujo. Explica con tus propias palabras las funciones de esta célula.

Argumento 2

Objetivo: Clasificar los tipos de neuronas en pseudo, bipo y multi-neuronas, dependiendo de su morfología, función y ubicación.

Actividad de iniciación

Se dejará la tarea de consultar los tipos de neuronas (monopolar, bipolar y multipolar), el por qué tienen esa forma, qué función cumplen, y dónde están ubicadas en el cuerpo humano. Con el fin de aclarar y ampliar las búsquedas realizadas por los (las) estudiantes, se mostraría el video titulado "Types of Neurons by Structure-Neuroanatomy Basics"⁸, donde se explican las funciones y la forma de las neuronas pseudounipolares, bipolares y multipolares.

Actividad de desarrollo

A partir de lo anterior, se pedirá a los (las) estudiantes que en grupo (se sugiere que máximo de tres integrantes) se plantee lo que comprendieron sobre el tema visto en la clase, mediante la selección de alguna de las siguientes actividades:

Representaciones artísticas. Se deben escoger entre las que se nombran a continuación:

- Escribir **un poema**, que debe tratar específicamente sobre las diferencias morfológicas que existen entre los tres tipos de neuronas.
- Escribir **una historia corta** donde se visualicen las diferencias, la ubicación y la función de los tres tipos de neuronas.
- Crear **una trova o una canción** que hable sobre los 3 tipos de neuronas. Se facilitarán varias pistas para que entre los estudiantes escojan el ritmo que mejor les parezca. Algunos de los ritmos son una trova, pista de música rap/hip hop, etc.
- Hacer **una representación teatral** sobre los 3 tipos de neuronas, empleando algunos materiales que el docente facilitará, como bombas, cuerdas, vasos desechables, cartón o papel periódico.

Es importante mencionar que todos (docente y estudiantes) evalúen las representaciones teniendo en cuenta tanto la creatividad como el contenido de las mismas.

⁸ AnatomyZone. 17 de mayo de 2014. *Types of Neurons by Structure-Neuroanatomy Basics* [Archivo de video]. Recuperado de: (<https://www.youtube.com/watch?v=X4uuCgElLK8>),

Actividad de aplicación

Con el fin de retomar las ideas que expongan los estudiantes en la actividad anterior, se lleva a cabo un mapa mental. Para ello, el docente les entrega a los estudiantes la Imagen 2.5⁹ y la Imagen 2.6¹⁰, además de los textos 1 y 2. Estos elementos servirán como guía para la ejecución del mapa. Cabe mencionar que con la Imagen 2.5 los estudiantes deben identificar qué tipo de neurona es la que requieren, teniendo en cuenta los textos 1 y 2, y adicionalmente anotando los nombres de sus partes y coloreándolas. Es importante destacar que para el desarrollo de esta actividad los estudiantes deben usar, sin falta, todos los implementos entregados.

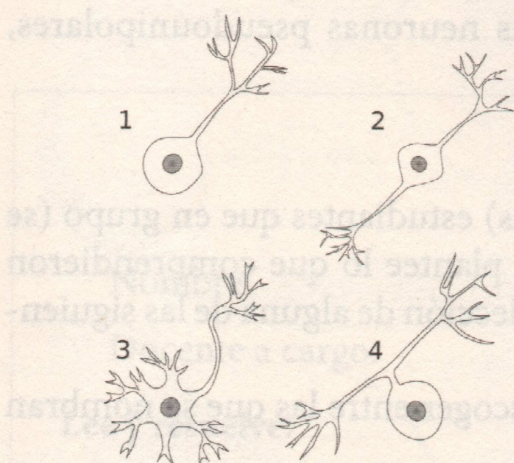


Imagen 2.5. Tipos de neuronas

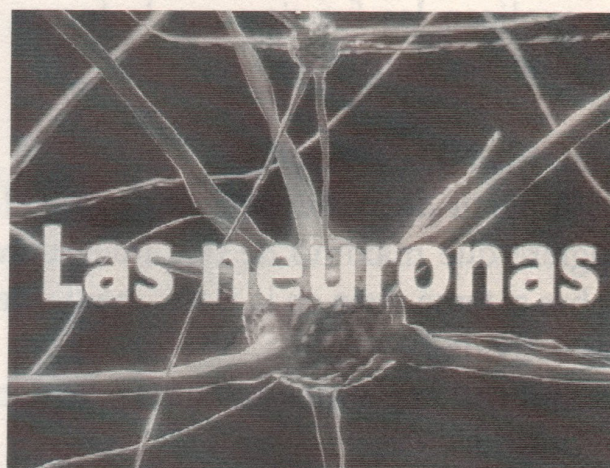


Imagen 2.6. Título las Neuronas

Estas neuronas contienen un soma y una prolongación que actúa como axón y dendrita a la vez.	Estas células se hallan en varios órganos sensoriales como el oído, olfato, vista entre otros.
---	---

Texto 1

Texto 2

- 9 La imagen 2.5 es tomada de la siguiente dirección web: <https://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzellen>. Se encuentra ubicada en el subtítulo: Unterscheidung der Nervenzellen in Bau und Funktion.
- 10 La imagen 2.6 se encuentra modificada, ha sido tomada como fondo para la adición de un título. La imagen original se encuentra en la siguiente dirección web: <https://pixabay.com/es/c%C3%A9lula-del-nervio-neurona-cerebro-2213009/>

Argumento 3

Objetivo: Comprender cómo se genera el estímulo-respuesta por medio de la transmisión del impulso nervioso explicado en la ley de polarización mencionada por Cajal.

Actividad de iniciación

Para introducir los conceptos de impulso nervioso, propagación del impulso, sinapsis y generalidades de este proceso, se propone una actividad que servirá como puente entre lo que ya saben los (las) estudiantes acerca de la función que cumple el sistema nervioso humano, y sobre la morfología y la fisiología de la neurona, y los conceptos nuevos que complementarán esos conocimientos. Para esta actividad el docente podrá emplear el patio del colegio, la cancha o el mismo salón, si es posible, y realizará el juego del "ponchado". Este juego consiste en que dos jugadores portan una pelota y entre ambos buscan impactar con ella a los demás jugadores, mientras estos tratan de evadir los lanzamientos en su contra; cuando la pelota toque a un jugador, este queda automáticamente eliminado.

Así, el docente elegirá a dos estudiantes, que serán los "ponchadores", y los demás deben estar atentos para evitar ser alcanzados por el balón. Al finalizar el juego, el docente realizará algunas preguntas de comprobación que le permitan identificar la relación de las ideas previas de sus estudiantes con la actividad realizada: ¿cómo se sintieron con el juego?, ¿qué relación creen que tiene el juego con el sistema nervioso?, ¿por qué algunos fueron ponchados más pronto que otros? A medida que los (las) estudiantes van dando ideas relacionadas con el sistema nervioso se harán preguntas como ¿qué tipo de neuronas intervinieron en ello? Después de la socialización, se procede a hacer la conceptualización y a despejar dudas o ideas erróneas que haya identificado el docente en las respuestas del estudiantado.

Actividad de desarrollo

El docente explicará por medio de un dibujo, una imagen, un video u otro tipo de representación sobre el juego "ponchado", las siguientes etiquetas:

- **Balón:** estímulo externo.
- La información del estímulo externo viaja en forma de impulso nervioso y llega al **encéfalo**; este analiza, integra y envía una información.
- **Sentido de la vista:** las neuronas sensitivas captan el balón.

- **Respuesta:** viaja en forma de impulso nervioso, y pasa por la médula espinal mediante los nervios motores, llegando hacia las extremidades inferiores y generando la acción: correr.

En esta parte, el docente establecerá la relación y presentará la explicación pertinente. Posteriormente, el docente hará algunas preguntas como: “Ustedes a nivel interno, ¿cómo se imaginan el paso del impulso nervioso tanto de estímulos como de respuestas?, ¿creen que viajará en todas las direcciones o, según lo que han visto, la transmisión del impulso se da de una manera específica?, ¿cómo sería el paso del impulso nervioso, suponiendo la realización de varias acciones?, y demás preguntas que considere pertinentes para introducir lo que Santiago Ramón y Cajal menciona como “ley de polarización”.

Actividades de aplicación

Después de debatir las preguntas, el docente repartirá a cada uno de sus estudiantes algunas imágenes (Imagen 2.7, 2.8 y 2.9)¹¹, que contienen algunas de las observaciones de Santiago Ramón y Cajal en cuanto al paso del impulso nervioso. Es importante que las imágenes sean entregadas junto con las siguientes indicaciones:

- Identifica cuántas neuronas hay en cada imagen y clasifícalas según los tipos de neuronas explicados en clase.
- Teniendo en cuenta lo visto en clase, ¿qué crees que representan las flechas en los dibujos de Santiago Ramón y Cajal?
- En la Imagen 2.7 se puede observar que entre la neurona *d* y la neurona *e* existen una unión entre ramificaciones: ¿todas esas ramificaciones corresponden a dendritas? Justifica tu respuesta.
- Colorea las neuronas de las imágenes 2.7, 2.8 y 2.9 de la siguiente manera: con color azul las dendritas, con color rojo los axones y sus terminaciones, y con color verde el cuerpo celular.
- Estos dibujos fueron realizados por el científico Santiago Ramón y Cajal. Su intención fue mostrar de forma más simple lo que él llamó la ley de polarización, según la cual las neuronas transmiten unidireccionalmente sus impulsos nerviosos desde el cuerpo neuronal hasta el extremo de su axón. Teniendo en cuenta las imágenes observadas, ¿puede afirmarse que se cumple la ley? Justifica tu respuesta.

11 Ramón y Cajal, S. (1906). The structure and connexions of neurons Nobel Lecture, December 12, 1906. [Figura]. Recuperado de: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1906/cajal-lecture.pdf. Págs. (222, 228,231).

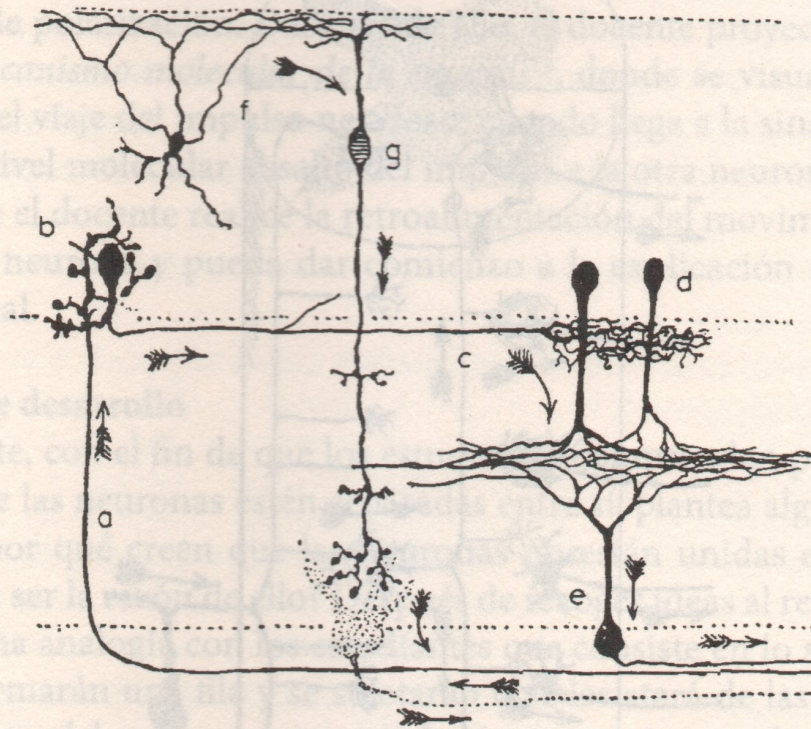


Imagen 2.7. Observaciones de Ramón y Cajal

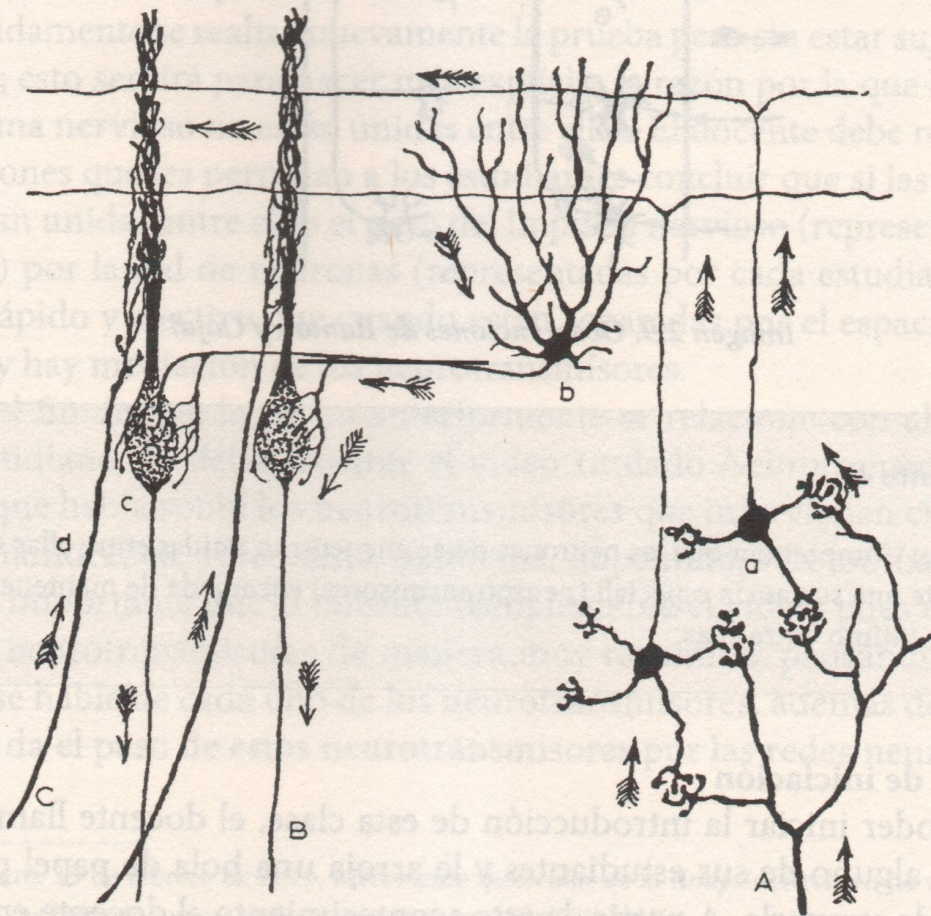


Imagen 2.8. Observaciones de Ramón y Cajal

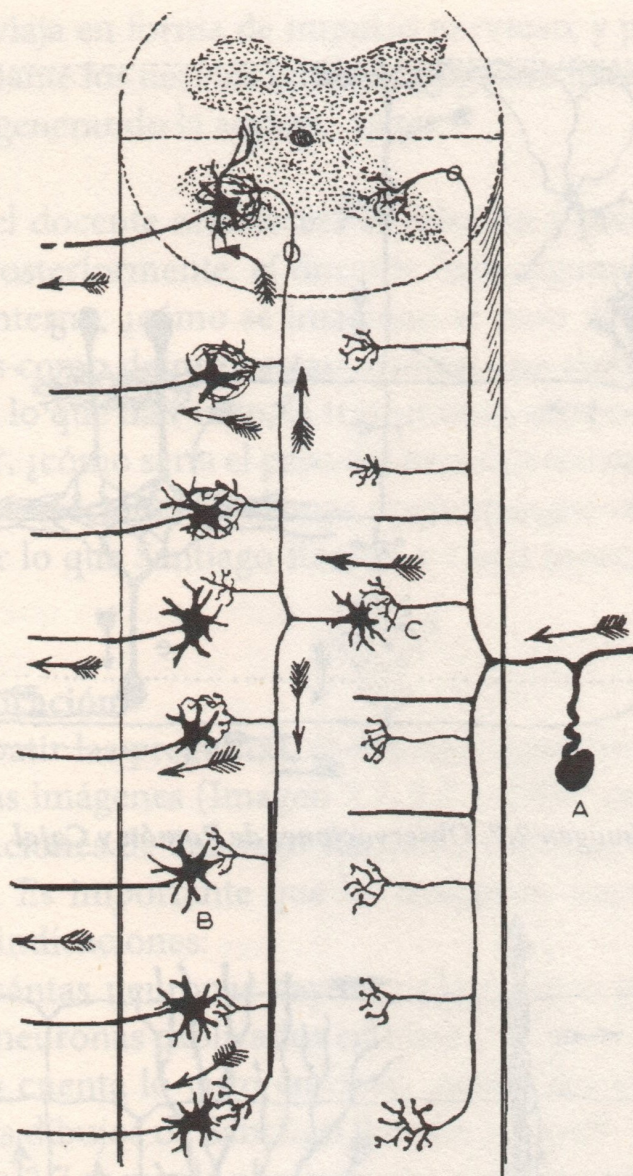


Imagen 2.9. Observaciones de Ramón y Cajal

Argumento 4

Objetivo: Comprender que las neuronas no se encuentran unidas entre ellas sino que existe una sustancia especial (neurotransmisores) encargada de mantener un contacto íntimo entre ellas.

Actividad de iniciación

Para poder iniciar la introducción de esta clase, el docente llama por el nombre a alguno de sus estudiantes y le arroja una bola de papel para que este trate de atraparla. A partir de este acontecimiento el docente empieza a preguntar qué sucede a nivel interno en el cuerpo del estudiante, teniendo

en cuenta que anteriormente ya se ha hablado acerca del estímulo-respuesta y de la ley de polarización. Después de ello, el docente proyectará un video titulado *Mecanismo molecular de la sinapsis*¹², donde se visualiza la representación del viaje del impulso nervioso; cuando llega a la sinapsis, el video muestra a nivel molecular el salto del impulso a la otra neurona. Este video permite que el docente realice la retroalimentación del movimiento del impulso en la neurona y pueda dar comienzo a la explicación sobre espacio interneuronal.

Actividad de desarrollo

El docente, con el fin de que los estudiantes comprendan por qué es importante que las neuronas estén separadas entre sí, plantea algunas preguntas como ¿por qué creen que las neuronas no están unidas entre ellas?, o ¿cuál podría ser la razón de ello? Después de recoger ideas al respecto, se desarrollará una analogía con los estudiantes que consiste en lo siguiente: seis personas formarán una fila y se sujetarán o se les atará de las manos y, sin poder soltarse, deben hacer pasar un balón en un tiempo de 20 segundos; cuando se llegue al último participante, este debe encestarlo en un balde y quedará concluida la prueba.

Seguidamente se realiza nuevamente la prueba pero sin estar sujetos de la mano; esto servirá para hacer más explícita la razón por la que las células del sistema nervioso no están unidas entre ellas. El docente debe realizar intervenciones que les permitan a los estudiantes concluir que si las neuronas estuvieran unidas entre ellas el paso del impulso nervioso (representado por el balón) por la red de neuronas (representadas por cada estudiante) sería menos rápido y efectivo que cuando están separadas por el espacio intersináptico y hay mediación de los neurotransmisores.

Con el fin de que lo dicho anteriormente se relacione con algún referente cotidiano, se debe mostrar el video titulado *Neurotransmisores del amor*¹³, que habla sobre los neurotransmisores que intervienen cuando estamos enamorados: adrenalina, oxitocina, dopamina, serotonina y endorfinas. Es importante que el docente complemente el video, pues este habla de estos neurotransmisores de manera muy resumida, pausando el video cuando se hable de cada uno de los neurotransmisores, además de explicar cómo se da el paso de estos neurotransmisores por las redes neuronales.

12 LabNeuro. 13 de febrero de 2015. *Mecanismo molecular de la sinapsis* [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=HZ4iX7_1qWc

13 MindMachineTV. 13 de febrero de 2017. *Neurotransmisores del amor* [archivo de video] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=bMSimLohUUo>.

Después de estas explicaciones, el docente debe dar a conocer las tablas 2.1 y 2.2 que están a continuación, que hacen referencia a algunos síntomas de enfermedades del sistema nervioso y a los efectos de algunas sustancias adictivas. La idea es que los estudiantes, a partir de los síntomas que más les llamaron la atención, hagan una breve investigación de exploración que orientada por las siguientes preguntas:

Para las enfermedades:

¿Cuáles son las causas de la enfermedad que escogiste? ¿Cómo se puede prevenir esta enfermedad?

Sustancias adictivas:

Menciona otros efectos (de corto y largo plazo) relacionados con la droga que escogiste.

Tabla 2.1. Ficha de los síntomas de enfermedades del sistema nervioso

Estas personas convulsionan, pierden la consciencia y experimentan descontrol en sus músculos.	Estas personas están conscientes pero no pueden ni comunicarse ni moverse.	Estas personas inicialmente presentan problemas musculares leves, pero con el tiempo pierden la fuerza y no pueden moverse. También comienzan a fallar los músculos del pecho y la respiración se dificulta.
Epilepsia	Síndrome de enclaustramiento	Esclerosis lateral amiotrófica (ELA)
Estas personas a menudo sienten ardor y hormigueo en sus extremidades (manos y pies); a medida que pasa el tiempo, si no son tratadas, los síntomas empeoran perdiéndose sensibilidad en las extremidades.	Estas personas tienen problemas de movimiento entre los que están: dificultad para caminar o pararse de una silla, o temblores involuntarios, generalmente en las manos.	Estas personas tienen pérdida de memoria, problemas de orientación y atención. En algunas ocasiones pueden recordar su pasado y, a la vez, tener dificultades para recordar hechos recientes.
Neuropatía diabética	Mal de Parkinson	Alzheimer

¿De qué forma intervienen los neurotransmisores al consumirlas?

Después de realizar su exploración individual, cada estudiante se debe reunir con los compañeros que también escogieron la misma enfermedad o droga y entre todos construirán una representación gráfica de lo que han

encontrado, en la que se muestre a nivel interno en la neurona qué sucede, cuáles son las causas de la enfermedad y las consecuencias (en el caso de las sustancias adictivas), qué posibles acciones o cuidados debe seguir la persona afectada para mejorar su calidad de vida, y cómo puede hacerse la prevención en cada caso. Posteriormente se realizará la socialización.

Tabla 2.2. Fichas de los efectos de las sustancias adictivas en los humanos

Estas personas tienen altibajos emocionales. Al principio se sienten fuertes, seguras y poderosas, pero después de un tiempo pueden sentir paranoia y ansiedad. Cuando se usa con frecuencia la sustancia, se incrementa el riesgo de ataques cardíacos o fallos respiratorios. También causa somnolencia y pérdida del apetito.

Estas personas sienten relajación y alegría. Al momento de consumir la sustancia pueden sentir taquicardia, desorientación o falta de coordinación física, y cuando se usa con frecuencia comienzan a sufrir depresión, somnolencia y algunos presentan ataques de pánico o ansiedad.

Estas personas al principio sienten euforia, desinhibición o tienen una conducta impulsiva. La sustancia también provoca fallas en la coordinación y visión borrosa.

Consumo de cocaína

Consumo de Marihuana

Consumo de Alcohol

Actividad de aplicación

Se propone que para hacer un adecuado cierre de esta temática, el docente oriente la actividad de la página <http://neurociencias.udea.edu.co/neurokids/modelos.htm>, titulada *Neurona de cuerda*. Para esta actividad se forman dos grupos en el salón, a los cuales se les hará entrega de materiales con los que deben representar el paso del impulso nervioso y todo lo que conlleva esto. Cada integrante grupo debe asumir un rol, y a medida que se va dando el paso del impulso deberá explicar su nombre y su función. Es decir, como resultado en clase quedarán dos neuronas elaboradas en las que varios estudiantes deberán sostener las dendritas, otros el soma, otros la terminal sináptica, y otros más sostendrán las moléculas de neurotransmisores cerca de las dendritas; por último, un estudiante debe sostener el potencial de acción. Para ello, en el aula de clase se debe disponer de los siguientes materiales: cuerda (para las dendritas y el axón), contenedores plásticos (para el soma y la terminal sináptica), tubo de PVC (u otro objeto cilíndrico que se deslice por la cuerda), y pelotas plásticas (representando los neurotransmisores).

Información de utilidad. Para poder aclarar las dudas que se tengan sobre la neurona se podrían mostrar y/o recomendar a los (las) estudiantes los videos titulados *La neurona*¹⁴, que explican la fisiología y la morfología de la neurona. Es importante mencionar que cuando se proyecten los videos es indispensable que el docente haga las intervenciones pertinentes, teniendo en cuenta que los materiales multimedia son herramientas muy útiles para la representación de este tema pero no reemplazarán la labor del docente.

ACTIVIDAD:

MOMENTOS DE LA VIDA DE SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

La siguiente actividad se plantea teniendo en cuenta la importancia de fomentar espacios en el aula que permitan que las concepciones de los estudiantes vayan más allá del contenido disciplinar, que visualicen la ciencia como un campo en el que seres humanos se desenvuelven, en el que existen confrontaciones, esfuerzo, esperanza, fe, etc. En otras palabras, que conciban la ciencia como una práctica social. Cabe mencionar que esta actividad no está relacionada directamente con los argumentos extraídos y analizados del TCH escogido; sin embargo, al ahondar en la vida de Ramón y Cajal se considera importante rescatar aquellos sucesos que debió afrontar para dar a conocer su teoría neuronal. Se busca mostrar cómo convenció por medio de sus estudios y observaciones bien fundamentadas a la comunidad de científicos de la época, además de las disputas que hubo por las postulaciones que cambiaron la idea arraigada sobre la "teoría reticular".

Actividad de iniciación

Para comenzar, el docente debe pedir a los estudiantes que escriban y dibujen lo que para ellos es un científico. Después de ello se deben socializar algunas de las respuestas que escribieron los estudiantes.

Actividad de desarrollo

Se propone un texto guía que narra de manera clara y resumida aspectos de la vida de Santiago Ramón y Cajal, cómo este se da a conocer a la

14 -Jiménez, O. 3 de febrero de 2015. *La neurona* [archivo de video] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=-q7s1q4POJw>

-BioTime. 21 de mayo de 2014. *La neurona*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=VRR8ThukUD0&t=55s>

comunidad científica y qué tan trascendentales fueron y siguen siendo sus aportes; además, se muestra la controversia con Camillo Golgi, quien apoyaba una teoría contraria (teoría reticular) a la de Cajal, y también aspectos de la personalidad y de la situación social en la que se encontraban. El texto se divide en dos momentos: en el primero, que se llama “Un viaje inigualable”, Cajal da a conocer a unos científicos alemanes sus planteamientos, y el segundo, que tiene como nombre “Un premio compartido y controversial”, trata acerca del momento en que sus aportes toman fuerza y modifican drásticamente lo que se concebía sobre el sistema nervioso.

La actividad se llevará a cabo en grupos, en los cuales los estudiantes tendrán que realizar la lectura del texto guía y posteriormente montar una representación teatral que haga alusión a lo descrito. Cabe resaltar que al estar la historia dividida en dos momentos el docente debe asignar a los grupos uno de los dos momentos. A partir de esta actividad, el docente debe orientar un diálogo en el que los estudiantes manifiesten las características que pudieron identificar de Santiago Ramón y Cajal y Camillo Golgi, y las dificultades que tuvo Cajal para dar a conocer sus teorías.

Momento 1: Un viaje inigualable

En octubre de 1889 se reúne la Sociedad Alemana de Anatomía en la Universidad de Berlín. En esta época Alemania era una potencia científica, y se puede suponer que los mejores científicos de anatomía del mundo estarían en este congreso. **Santiago Ramón y Cajal**, médico español, también lo suponía, y por eso decide que es la gran oportunidad, y viaja con sus preparaciones y su microscopio Zeiss bajo el brazo. No comprende el alemán y debe hacerse entender con su básico francés; por tanto, la mejor forma de comunicar los descubrimientos no es con la palabra sino a través de las preparaciones microscópicas.

Se le asigna una mesa en la zona de demostraciones y Cajal ubica el microscopio con sus magníficas imágenes en negro. En palabras del historiador Finger, *“la respuesta inicial a su exhibición deja mucho que desear. Como muchos histólogos tenían sus propias demostraciones, apenas se acercan para ver lo que les ofrecía. Estos científicos tendían a ser escépticos al principio, pensando que sólo un trabajo de segunda fila podía venir de un país atrasado como España. Pero cuando contemplaron las bellas diapositivas de Cajal y observaron las células nerviosas con una claridad no vista hasta entonces, sus ceños fruncidos dieron paso a sonrisas y cálidas palabras de felicitación”*.

Uno de los científicos sorprendidos por las preparaciones cajalianas es el patriarca de la anatomía alemana, **Albrecht von Köliker**, pues lo que muestra Cajal es un verdadero descubrimiento, ya que había observado

con mejor nitidez las neuronas permitiendo manifestar con mejor precisión su forma y sus funciones; además, mostró cómo pasa el impulso entre ellas. Por ello, no duda en felicitarlo sinceramente y hace lo imposible por superar la barrera del lenguaje e introducir al español en los círculos del congreso.

En los meses siguientes, Köliker confirma las observaciones de Cajal y no vacila en abandonar públicamente su enfoque reticularista, mediante el cual se manifiesta que las células están unidas entre sí; y no solo eso hizo sino que a sus setenta y dos años ¡decide estudiar español para traducir a Cajal al alemán! ¡Chapeau! por Köliker, pues tipos así son los que la ciencia necesita. Desde luego, don Santiago no olvidaría esto jamás y en su autobiografía expresa su profunda gratitud hacia el anatomista alemán, con quien le unió una estrecha amistad. En realidad, en palabras de Cercós-Navarro, *“evidentemente fue a Alemania, el país que siempre consideró Cajal como su segunda patria científica. Fueron los alemanes los que le dieron a conocer por todo el mundo e incluso en España. Se cuenta cómo algunas veces llegaban a Madrid y preguntaban dónde estaba Cajal, y con sorpresa constataban que mucha gente no sabía quién era Cajal”*.

De esta forma, el congreso de Berlín supone un campanazo que presenta al mundo las primeras aportaciones de Cajal. Él recuerda: *“...llegué a sentir el acre halago de la celebridad; mi humilde apellido, pronunciado a la alemana (Cayal), traspasó las fronteras; en fin, mis ideas, divulgadas entre los sabios, discutiéronse con calor”*.

Momento 2: Un premio compartido y controversial

El prestigio y la autoridad de Ramón y Cajal crecieron hasta el punto de que un día de octubre de 1906 recibe desde Estocolmo un telegrama en su casa, con un mensaje en alemán: *“Carolinsche Institut verliehen Sie Nobelpreiss”*. Se le concede nada menos que el premio Nobel de Fisiología o Medicina junto a **Camillo Golgi**, *“en reconocimiento a sus trabajos sobre la estructura del sistema nervioso”*.

Cuando llega el día señalado, estaban presentes la familia real sueca, los receptores del Nobel, diplomáticos, muchos otros científicos y un gran número de distinguidos asistentes. El rey **Oscar II** entrega personalmente las medallas a los dos galardonados. En el turno de los discursos le corresponde a Golgi iniciar el uso de la palabra y de pronto los asistentes, incluido Cajal, ¡se quedan como de piedra!

Lo esperable es que Golgi explicara su método para ver las células en el microscopio y lo que había descubierto, como los distintos tamaños de las neuronas, los órganos de Golgi de los tendones, y otras observaciones

anatómicas pioneras. Pero en lugar de eso, Camillo Golgi se dedica a hablar acerca de la teoría reticular del sistema nervioso (que trata acerca de que las neuronas están unidas entre ellas), y arremete brutalmente contra la teoría neuronal, es decir, contra la teoría de Cajal, que decía que existe un espacio entre las neuronas. Es por esto que se afirma que la actitud de Golgi no fue la adecuada, teniendo en cuenta que tuvo poca cortesía hacia Santiago, su compañero de ceremonia, tratándose del principal defensor de la teoría neuronal. Se habían hecho formidables progresos durante las últimas décadas y prácticamente nadie abrazaba ya el viejo planteamiento, pero Golgi hablaba como si nada hubiera cambiado desde 1873, año en que formuló su método.

En palabras de Finger, *“Cajal y los otros reconocidos científicos de la audiencia tenían la misma idea. ¿Cómo podía este hombre, entre todos los hombres, ser tan ciego a los nuevos descubrimientos? ¿Cómo podía el individuo que había proporcionado a la comunidad científica los medios para ver el sistema nervioso de un modo nuevo y quien había hecho tan importantes descubrimientos ser tan opuesto a la doctrina neuronal? ¿Cómo podía ser tan despectivo ahora con el principal proponente de una teoría obviamente mejor?”*. Es muy probable que Cajal se sintiera herido, pero elegantemente no lo exteriorizó. Cuando le tocó su turno, leyó el discurso que tenía preparado y no hizo alusión a las agrias palabras de Golgi.

Después del Nobel, Cajal continuó en plena actividad con la publicación de más de una docena de libros y un centenar de artículos. Además del Nobel, a lo largo de su vida recibió las más altas distinciones: la medalla de oro Helmholtz, doctorados *honoris causa* en múltiples universidades, incluidas las de Oxford, Cambridge y la Sorbona, y la elección como miembro de la Royal Society, además de que se acuñaron sellos y monedas en su honor.

Hacia el final de su vida Cajal enviuda, en 1930, y un par de años más tarde se retira de todos sus cargos. Finalmente, muere el 17 de octubre de 1934, a los ochenta y dos años de edad. Se trataba de un hombre que, además de su genialidad y rigor intelectual, tuvo desde el principio la determinación de lograr sus objetivos con una constante disciplina¹⁵.

Actividad de aplicación

Después de la actividad anterior, los estudiantes deben responder de forma escrita la siguiente pregunta: Ahora que sabes la historia de Santiago

15 Basado en: <https://juanmago.com/2011/03/04/santiago-ramon-y-cajal-las-neuronas-y-camillo-golgi/>

Ramón y Cajal, ¿qué imagen de un científico tienes? Complementa la que tienes. ¿Piensas que ser alguien que cambie la orientación de la ciencia u otra área es imposible?

CONSIDERACIONES FINALES

El docente debe plantear de manera efectiva su discurso para generar inquietudes en los (las) estudiantes sobre la ciencia como una práctica social. Al momento de realizar las preguntas propuestas, debe tener en cuenta que estas pueden cambiar dependiendo del tipo de respuesta que obtenga por parte de los (las) estudiantes, así que estas, aunque son una guía, dependiendo de la situación, del tipo de estudiantes, del contexto y demás factores, puedan ser usadas o descartadas. En este sentido, las actividades diseñadas deben ser comprendidas fácilmente por los estudiantes y deben tener un vocabulario acorde con las características de los participantes.

Además, también debe incorporarse otro tipo de materiales si se identifica que las imágenes o gifs no son suficientes para crear entornos de aprendizaje, o si no se cuenta con los aparatos tecnológicos requeridos. Por último, la disposición de las imágenes queda a criterio del docente; es decir, las puede usar únicamente él en el tablero, por grupos, o de manera individual hacer su distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia: fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Buenos Aires, 11(33), 203-226.
- Alonso, J (1994). *Los métodos de Golgi* (vol. 74). Universidad de Salamanca.
- Aymerich, M. I., Martínez, Á. G., Gatica, M. Q., & Adúriz-Bravo, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias.
- Baratas Díaz, L. A. (1997). La obra neuro-embriológica de Santiago Ramón y Cajal. *Dynamis: Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque. Historiam Illustrandam*, 17, 259-279.
- Boido G & Lombardi O. (2012). Epistemología: las relaciones entre historia y filosofía de la ciencia (segunda parte). *Revista EXACTamente* No. 08. Pág 17.

- De Felipe J. (2008). Cajal y los circuitos neuronales. Instituto Cajal (CSIC), Madrid. Recuperado de: <http://www.banquete.org/banquete08/Cajal-y-los-circuitos-neuronales>
- Hall, J. E. (2011). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. Elsevier Health Sciences.
- León, M & Lázaro, O. (2016). Cerebro y sustancias psicoactivas. Elementos básicos para el estudio de la neurobiología de la adicción. Centro de integración juvenil, A.C.
- Quintanilla, M., Daza, S., & Cabrera, H. (2014). Historia y Filosofía de las Ciencia. Aportes para una “nueva aulas de ciencia”, promotora de ciudadanía y valores. Santiago: Bellaterra.
- Rodríguez de Romo, A. C. (2005). ¿Reticularismo o neuronismo?: diferente percepción de la misma circunstancia. Archivos de neurociencias (México, DF), 10(1), 26-32.
- Santesmases, M. J. (2005). Conceptos, instrumentos, contextos: historiografía de la biología molecular. En: Martínez, S. F., & Guillaumin, G. (2005). Historia, Filosofía y Enseñanza de la ciencia. (S. F. Martínez & G. Guillaumin, Eds.). México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Serrano Gisbert, T. (2002). *Desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años: modelos mentales*. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Torres, A. (2013). *Propuesta metodológica para la enseñanza Del sistema nervioso en el grado octavo de La institución educativa francisco miranda* (Doctoral dissertation, Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Ahora bien, la incorporación de la historia y la filosofía de la ciencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias no solo permite definir conceptos fundamentales sino, además, mostrar a los estudiantes cómo se llegó a la construcción del conocimiento y las dificultades que los científicos tuvieron para ello. En otras palabras, esta asociación favorece el objetivo de romper los esquemas del estudiante y el docente frente a la imagen de la ciencia, puesto que permite el acercamiento a la ciencia “real”, tal como efectivamente ha sido desarrollada, postulada en contexto y en tela de juicio (Torres, 2005).
- En función de lo anterior, este módulo trabaja específicamente sobre la importancia del uso de la historia de la ciencia en la enseñanza de la

La investigación educativa en biología ha destacado la importancia de los aportes a la enseñanza de la Historia de las Ciencias (a partir de ahora HC), esto quiere decir que cuando se acude a la HC se pueden identificar aportes que adaptados a las necesidades educativas pueden favorecer aprendizajes significativos, enseñanzas eficientes y acordes con la naturaleza de la disciplina, y diseño de actividades para construcción de unidades didácticas de ciencias naturales. Su finalidad consiste en proponer actividades para la enseñanza de algunas temáticas en biología a partir del estudio de casos histórico científicos tomando como referencia la revisión de Textos Científico Históricos como un recurso para recuperar información que ha sido olvidada o para interpretar las explicaciones elaboradas por los científicos que los escribieron.

El libro está dirigido principalmente a profesores de biología en ejercicio que estén interesados en orientar sus clases de manera alterna a lo que tradicionalmente se hace, sin embargo, puede ser utilizado en las clases universitarias que formen futuros profesores de biología o de ciencias naturales para que identifiquen la manera de diseñar unidades didácticas en las que se incorporen aspectos de la HC.

