

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades**

**Proyecto Brainstorm**

**Andrea Carolina Escalante Morales**

**Psicología General**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Licenciado en Psicología General

Quito, 21 de diciembre de 2021

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Proyecto Brainstorm**

**Andrea Carolina Escalante Morales**

**Nombre del profesor, Título académico**

**María Sol Garcés, MSc.**

Quito, 21 de diciembre de 2021

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Andrea Carolina Escalante Morales

Código: 00201947

Cédula de identidad: 1726331299

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2021

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## RESUMEN

El presente trabajo busca solventar la necesidad del Instituto de Neurociencias de la Universidad San Francisco de Quito de vincularse con la comunidad adolescente. Este proyecto fue propuesto por el instituto y la Universidad de California Los Ángeles. En respuesta a esta problemática se propuso la creación de un programa de educación en neurociencia para adolescentes, basado en el modelo instruccional de las 5E's. Por medio de este programa se pretende difundir información de calidad, disminuir el impacto social de los mitos existentes, e incentivar el estudio de neurociencias y carreras afines. A través del uso de material audiovisual y actividades interactivas, se busca que los estudiantes aprendan sobre: neurociencia básica; sueño; placer, enfocado en el consumo de sustancias; alimentación; y la relación entre la salud física y mental. Durante la elaboración de este proyecto se afrontaron algunos desafíos: el manejo de la comunicación en ciencias, la selección de contenidos útiles y de interés, y la disponibilidad de tiempo y recursos. Para solucionar estos desafíos se recurrió al uso de diversas herramientas y estrategias. Con estas se desarrolló un proyecto innovador y relevante para la población adolescente. Este trabajo se realizó en colaboración con: Alexia Jiménez, Melanie Jiménez, Alejandra Arcos y José Burneo.

**Palabras clave:** Neurociencias, educación, adolescentes, sueño, placer, alimentación, salud.

## ABSTRACT

The present work pretends to solve Universidad San Francisco de Quito Neuroscience Institute's need for adolescent community outreach. This project was proposed by the institute and the University of California Los Angeles. To solve this problem, we proposed the creation of a neuroscience education program for teens based on the 5E's educational model. Using this program, we pretend to promulgate quality information, reduce the social impact of existent myths, and incentivize enrollment in neuroscience and related careers. Utilizing audiovisual material and interactive activities, students can learn about: basic neuroscience; sleep; pleasure, focused on the use of substances; nutrition; and the relationship between physical and mental health. During the development of this project, we faced some challenges: communicating science, selecting useful and interesting content, and the availability of time and resources. To solve them, we resorted to various tools and strategies. As a result, we developed an innovative and relevant project for the target population using them. This work was done in collaboration with: Alexia Jiménez, Melanie Jiménez, Alejandra Arcos y José Burneo.

**Key words:** Neuroscience, education, adolescents, sleep, pleasure, nutrition, health.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
CAPÍTULO 1: REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
¿Qué es la Neurociencia?.....	10
Niveles de Estudio de la Neurociencia .....	11
Células del Sistema Nervioso .....	12
Composición del Sistema Nervioso .....	13
Cerebro.....	13
Alimentación y Cerebro .....	14
Sueño y cerebro.....	15
Sistema de Recompensa y Adicciones.....	16
Campos de la Neurociencia .....	18
Importancia de la Neurociencia .....	20
Importancia de la Educación en la Neurociencia.....	20
Mitos .....	21
Abuso del Término “Neuro”.....	23
Consciencia de la Salud .....	24
Edad Poblacional e Importancia del Grupo Objetivo .....	24
Sueño.....	25
Alimentación.....	26
Consumo de Sustancias.....	27
Iniciativas Educativas Existentes.....	28
Iniciativas Internacionales .....	28
Iniciativas Nacionales .....	34
CAPÍTULO 2: DINÁMICA DE LA ORGANIZACIÓN.....	37
Instituto de Neurociencias USFQ .....	37
Objetivo del Instituto .....	37
Misión .....	37
Visión.....	37
Proyecto de Vinculación.....	38
¿Qué es el Instituto?.....	39
Misión .....	40

Proyecto .....	40
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN EL DESAFÍO.....	41
Desafíos Encontrados.....	41
Primer Desafío: Comunicación de Ciencias .....	41
Segundo Desafío: Selección de Contenidos .....	42
Tercer Desafío: Recursos Disponibles.....	42
Conclusión .....	43
CAPÍTULO 4: PROPUESTA.....	44
Resolución de los Desafíos Encontrados .....	44
Primer Desafío: Comunicación de Ciencias .....	44
Segundo Desafío: Selección de Contenidos .....	45
Tercer Desafío: Recursos Disponibles.....	45
Descripción de Contenidos del Proyecto .....	46
Primer Módulo: Introducción a la Neurociencia .....	46
Segundo Módulo: Sueño.....	46
Tercer Módulo: Placer .....	46
Cuarto Módulo: Alimentación .....	47
Quinto Módulo: Cuerpo y Mente.....	47
CONCLUSIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
REFLEXIÓN PERSONAL.....	59

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Resumen de los módulos del curso. ....	48
--	----

## CAPÍTULO 1: REVISIÓN DE LITERATURA

### ¿Qué es la Neurociencia?

El ser humano es un organismo complejo compuesto por varios sistemas que interactúan entre sí. El responsable del funcionamiento colaborativo y sincronizado de sus diferentes partes es el cerebro. El estudio de este y los sistemas que trabajan con él se conoce como neurociencia. La neurociencia busca comprender la forma en que se estructuran los procesos internos, y su relación con el ambiente (de la Barrera & Donolo, 2009).

Según Araya-Pizarro y Espinosa (2020), las neurociencias son el conjunto de ciencias y disciplinas científicas y académicas que estudian el sistema nervioso. Estas, centran su atención en la actividad del cerebro y su relación e impacto en el comportamiento. Las neurociencias han realizado importantes contribuciones a varios campos de la ciencia y el estudio de los procesos mentales, ha cambiado muchos paradigmas sobre el ser humano desde un punto de vista biológico.

A lo largo de la historia las neurociencias han aportado información valiosa para comprender el comportamiento humano. Esto incluye la forma en que se organiza e interpreta la experiencia, y se genera una reacción conductual, emocional, o cognitiva. Este proceso se da a través de la interacción precisa y compleja de los distintos elementos que conforman lo que se conoce como encéfalo (Arias & Batista, 2021).

En este sentido, la neurociencia ofrece la posibilidad de relacionar diferentes niveles de análisis y se ha posicionado de manera óptima para explicar la interacción entre el tejido cerebral y los procesos cognitivos (Illing, 2002). Su naturaleza interdisciplinaria permite abarcar técnicas

complejas de investigación, tales como la neuroimagen y el análisis neuroquímico; así como un seguimiento longitudinal detallado de diferentes patologías (Duque et al., 2011).

Otro aspecto de gran importancia, que ha recibido poca atención, es el estudio del cerebro sano. Los neuropsicólogos se están acercando al estudio del cerebro de personas con un estilo de vida saludable para comprender mejor su funcionamiento, hábitos, y desarrollo cognitivo. La intención subyacente es poder replicar estas conductas, así como obtener una perspectiva más amplia y asertiva de los factores de riesgo (Gómez & Vázquez, 2018).

### **Niveles de Estudio de la Neurociencia**

Al estudiar las neurociencias es importante comprender su estructura. Esto quiere decir que se debe empezar por los aspectos más básicos de esta y progresivamente adentrarse a temas más específicos y complejos.

Los elementos base que forman el sistema nervioso y permiten su funcionamiento son aquellos que componen su nivel molecular y celular. Después, el nivel de sistemas explica cómo estos colaboran para dar lugar a funciones particulares (University of California, Davis [UCDavis], 2021). La forma en que estos sistemas trabajan para crear las funciones ejecutivas es analizada en el nivel cognitivo. Por encima de este se encuentra el nivel computacional, el cual describe los procesos computacionales del cerebro y como estos son integrados al cuerpo. Finalmente, el nivel de desarrollo cubre todos los aspectos que explican la maduración del sistema nervioso (UCDavis, 2021).

A continuación, se discutirán distintos temas concernientes a los niveles previamente mencionados, siguiendo un orden jerárquico ascendente.

### ***Células del Sistema Nervioso***

Así como el átomo es la unidad fundamental de la materia, las células del sistema nervioso son las unidades fundamentales del mismo. Estas se pueden catalogar con base en distintos criterios. Al analizar las propiedades morfológicas, fisiológicas, y moleculares de cada una de estas células se las ha podido diferenciar y clasificar (Armañanzas & Ascoli, 2015). Sin embargo, es necesario empezar con un enfoque a un nivel más superficial; i.e., neuronas y células gliales.

**Neuronas.** La célula del sistema nervioso más básica es la neurona. Las partes de esta célula son: soma (cuerpo celular), axón, y dendritas (Gerstner et al., 2014). La comunicación entre neuronas se da por medio de conexiones especializadas conocidas como sinapsis. En una conexión sináptica existen dos posiciones relativas al paso de información: pre-sinapsis y post-sinapsis. Las neuronas presinápticas envían información, mientras que las postsinápticas la reciben (Choquet & Triller, 2013).

**Células Gliales.** Si bien las neuronas son la unidad fundamental del transporte de información del sistema nervioso, no son los únicos tipos de células de este sistema. Las células gliales, glía o neuroglia, son células cuya función es dar soporte a las neuronas y el sistema nervioso. Hay múltiples tipos de células gliales, y cada una cumple un rol distinto en la homeostasis, mantenimiento, y/o soporte estructural del sistema nervioso (Nieuwenhuys et al., 1998).

### ***Composición del Sistema Nervioso***

El sistema nervioso está compuesto por dos subsistemas; el sistema nervioso central, formado por el cerebro y la médula espinal; y el sistema nervioso periférico, formado por los nervios craneales y espinales, y los ganglios nerviosos periféricos (Snell, 2010). El cerebro es el órgano encargado de todo el procesamiento de información. Sin embargo, no puede cumplir con su función sin la médula espinal, pues esta es la encargada de enviar y recibir información del cuerpo (Carlson & Birkett, 2017). Los nervios craneales son llamados así puesto que, a diferencia del resto de nervios del sistema nervioso periférico que emergen de la médula espinal, emergen del cráneo. Estos nervios se encargan de la percepción sensorial y el control motor de los órganos en la cabeza y el cuello (Wilson-Pauwels et al., 2002).

El resto de los nervios del sistema nervioso periférico se encargan de la comunicación entre cuerpo y cerebro. Estos permiten que el cerebro envíe órdenes, y reciba información sobre el estado de cada órgano, del cuerpo como un todo, y del ambiente (Haberberger et al., 2019). Su soma se encuentra en ganglios espinales que se unen a la médula espinal, y sus organelos periféricos (axón y dendritas) recorren el cuerpo, uniéndose a los distintos órganos (Huang et al., 2013).

### ***Cerebro.***

El cerebro humano es un órgano sumamente fascinante. La variabilidad anatómica y funcional entre los cerebros de cada individuo es infinita. Por esto, el estudio del comportamiento y la cognición, y del desarrollo y las variables que influyen en este se han vuelto fundamentales para comprenderlo (Mueller et al., 2013).

**Desarrollo del Cerebro.** Al igual que el resto del cuerpo, el cerebro es un órgano que pasa por un proceso de desarrollo durante todo el ciclo vital. A partir de la tercera semana del embarazo las células madre empiezan a diferenciarse en células cerebrales. La duración del desarrollo del cerebro (i.e. la diferenciación de sus células) es un tema de actual debate, pues algunos científicos sostienen que este termina con el fin de la adolescencia (20-25 años), y otros que este dura toda la vida. Sin embargo, el consenso general es que este es un proceso dinámico que se ve mediado tanto por varios procesos internos, como por factores ambientales. De igual manera, la experiencia y el comportamiento influyen en su desarrollo (Stiles & Jernigan, 2010; Jiang & Nardelli, 2016).

Como cualquier otro órgano, el cerebro también enfrenta cambios por el envejecimiento. La velocidad de regeneración de las células del cerebro se reduce con la edad (Wang et al., 2017). Una de las partes fundamentales para el funcionamiento neuronal que se ve afectada con el envejecimiento es la vaina de mielina. Esta ayuda a la conducción del potencial de acción y disminuye/previene la degeneración de los axones. Por esto es importante adoptar medidas que promuevan su regeneración (Ruckh et al., 2012).

### ***Alimentación y Cerebro***

Uno de los factores más importantes para el desarrollo del cerebro es la alimentación. El proporcionar los nutrientes necesarios durante el desarrollo es primordial para que pueda desarrollarse adecuadamente (Cusick & Georgieff, 2016). Es tal la importancia de la alimentación en el desarrollo y cuidado del cerebro, que deficiencias en la nutrición pueden evidenciarse tanto en variaciones anatómicas, como en afectaciones al comportamiento, cognición, habilidades motoras, y capacidad productiva (Prado & Dewey, 2014). Además,

estudios recientes han hipotetizado que hay una conexión entre el cerebro y el microbiota del tracto digestivo, por lo que cuidar el microbiota podría ser beneficioso para el cerebro (Keunen et al., 2015).

### ***Sueño y cerebro***

El sueño es de suma importancia para el desarrollo del cerebro. Promueve la plasticidad cerebral, lo que beneficia su funcionamiento y capacidad de aprendizaje (Kurth et al., 2013). Además, ayuda a mantener el cerebro saludable, pues lo prepara para los estímulos cognitivos, sociales, y emocionales del día a día, y limita la influencia de emociones negativas. Esto explica por qué la mayoría de los trastornos del estado anímico vienen acompañados de desórdenes del sueño (Goldstein & Walker, 2014). Asimismo, alteraciones en el ciclo del sueño conllevan a problemas fisiológicos como la reducción del metabolismo cerebral, pérdida de materia blanca y gris, y alteraciones en la síntesis de neurotransmisores. Esto puede llevar a una liberación reactiva al estrés de corticosterona, lo que puede empeorar las alteraciones anatómicas y fisiológicas, e incluso alterar la función emocional y cognitiva, además del comportamiento (Telzer et al., 2015).

Las alteraciones neurológicas, trastornos psiquiátricos, y problemas de funcionamiento (cognitivo, emocional, entre otros) tienen una alta comorbilidad con los trastornos del sueño. Esto es de suma importancia, pues tienden a presentarse durante la niñez y la adolescencia, etapas del desarrollo críticas para el cerebro y la cognición. Empero, da lugar a otro grave problema: altera el sistema de recompensa. Esto puede llevar a que haya una mayor impulsividad, búsqueda de placer y peligro, y menor discriminación de riesgos y recompensas (Krause et al., 2017).

### ***Sistema de Recompensa y Adicciones***

El sistema de recompensa es el sistema encargado de todos aquellos comportamientos guiados por la motivación y el placer. Por esto, su alteración se ve relacionada con las tendencias adictivas (Bostwick & Bucci, 2008). Dado que su disfunción viene acompañada de comorbilidades en distintos ámbitos, no es sorprendente que la manifestación de las adicciones se dé en varios aspectos del ser humano (Phillips et al., 2015). Independientemente de su manifestación, los comportamientos adictivos pueden entenderse como comportamientos compulsivos (Heilig et al., 2021).

**Consumo de Sustancias.** Se define como drogas a aquellas sustancias que alteran el funcionamiento normal del cuerpo (Prus, 2020). El consumo de drogas (lícitas e ilícitas) está vinculado con el sistema de recompensa del cerebro. Los efectos de estas sustancias se ven influenciados por distintos factores biológicos y sociales (Volkow et al., 2019).

Cuando el consumo de estas sustancias es constante, y altera el funcionamiento de los circuitos neurales de forma crónica, se lo considera una adicción. Esta alteración puede conllevar a cambios negativos en la función ejecutiva, control emocional, y una mayor afectación al mismo sistema de recompensa que regula el uso y abuso de sustancias (Volkow & Boyle, 2018). De hecho, en casos como la adicción al alcohol (*alcoholismo*), esta alteración al sistema de recompensa causa que este guíe a la persona a buscar la sustancia que causa adicción, en lugar de aquellas recompensas necesarias para la supervivencia (e. g., alimentos) (Heilig et al., 2019).

Puesto el efecto adverso que el uso de drogas tiene en el cuerpo, hay un intento constante por tratar las adicciones. Uno de los tratamientos más prometedores en la actualidad es la terapia

cognitivo-conductual. Sin embargo, su éxito depende de la constante actualización de los profesionales que la practican, pues esta cambia constantemente (Carroll & Kiluk, 2017).

***Mecanismo de Adicción.*** La teoría de prominencia motivacional describe el proceso por medio del cual se desarrolla la adicción a las drogas (Berridge, 2018). De acuerdo con esta teoría, las personas desarrollan la adicción pasando por distintas etapas. Primero, disfrutan del placer brindado por el consumo de sustancias. Después, aprenden sobre la asociación entre las sustancias consumidas y la sensación de placer. Finalmente, desean continuar con el consumo de estas sustancias para volver a sentir el placer. Sin embargo, es en esta última etapa donde se crean los problemas, pues, aunque el cuerpo puede seguir sintiendo placer con el consumo de las sustancias, el nivel de este no aumenta. Empero, se produce una mayor sensación de deseo y necesidad de uso. Esto lleva a que el cerebro cambie estructural y funcionalmente, y cree una búsqueda patológica por las sustancias asociadas al placer para satisfacer las señales del cuerpo (Robinson et al., 2013).

De acuerdo con Terem et al. (2020), el *claustrum* es el núcleo cuya actividad se ve vinculada al desarrollo de adicciones. Su investigación ha encontrado que este núcleo genera proyecciones a otras partes del cerebro, principalmente a la corteza frontal, para reforzar los mecanismos que dan lugar a la prominencia motivacional y la adicción a las drogas. Esto se debe a que el consumo de drogas actúa en los mecanismos dopaminérgicos del cerebro (Graf et al., 2020).

Cuando sustancias como las drogas son consumidas, actúan en distintos sistemas de neurotransmisores y regiones cerebrales. Los sistemas de neurotransmisores que tienden a ser alterados por su consumo son los de dopamina, serotonina, glutamato, norepinefrina,

canabinoides, ácido gamma-aminobutírico (GABA), y opioides (Xu & Kosten, 2021).

Asimismo, algunas de las regiones comúnmente afectadas son la corteza cingulada anterior, el nucleus accumbens, el área tegmental ventral, y el striatum dorsal (Solinas et al., 2019). Esta alteración de varios sistemas que controlan el funcionamiento normal del cuerpo puede brindar sensaciones de placer, o remover sensaciones de dolor. Debido a esto, existe una alteración sistemática del cuerpo, tanto a nivel conductual como anatómico y funcional. Mecanismos de refuerzo positivo y/o negativo conllevan a alteraciones conductuales que impulsan el consumo de drogas. A su vez, alteraciones estructurales y funcionales del cerebro reducen las funciones ejecutivas e inhiben la capacidad de autocontrol, además de causar tolerancia a las drogas y posible síndrome de abstinencia en caso de que no se las consuma (Wilcox & Eck, 2021).

### **Campos de la Neurociencia**

La neurociencia puede ser aplicada en diversas áreas. Sus conceptos sobre la estructura y el funcionamiento del cerebro pueden ser trasladados hacia diferentes disciplinas. De esta manera se busca solucionar problemas prácticos, contribuir al estudio e investigación detallado de los procesos mentales, y el tratamiento cada vez más eficiente de enfermedades neurológicas (Correa, 2008). Entre las áreas relacionadas con las neurociencias, se encuentran las siguientes: neurociencia del desarrollo, neurociencia cognitiva, neurociencia molecular y celular, neurogenética, neurociencia conductual, neurociencia clínica, neurofisiología, neurociencia sensorial (National Institute of Health [NIH], 2018).

Actualmente, se han desarrollado nuevos campos de la neurociencia en función de realizar aproximaciones más asertivas a la comprensión de la conducta humana y procesos vitales para el ser humano (Araya-Pizarro & Espinoza, 2020). Entre las áreas que destacan se

encuentran la neurociencia cognitiva, la neuroeducación y la neuropsicología, entre otras. Estas disciplinas colaboran desde diferentes aristas haciendo uso simultáneamente cada vez de más herramientas, donde la neurociencia, la psicología y la educación analizan los recursos necesarios para detectar, prevenir y facilitar la elaboración de estrategias asertivas (Ansari & Coch, 2006).

La neurociencia cognitiva se enfoca en comprender las interacciones entre las funciones mentales superiores relacionadas con memoria, atención, aprendizaje, lenguaje, entre otros (Araya-Pizarro & Espinoza, 2020). Además, permite entender su relación con las estructuras cerebrales y del sistema nervioso, de manera que se logren optimizar sus funciones y los procesos que conllevan (Redolar, 2013).

Por otro lado, la neuroeducación busca investigar, recolectar y promulgar información sobre la optimización del proceso de enseñanza. Asimismo, toma como base el funcionamiento cerebral, y como este se adapta y transforma durante el aprendizaje (Mora, 2021). En este ámbito, la neurociencia ha generado debate y controversias en torno a su incidencia en el campo educativo.

De la Barrera y Donolo (2009) postulan la importancia de involucrar a la neurociencia cognitiva en la educación. Debido a que se reconoce que de toda actividad pedagógica puede surgir un cambio en el modo de pensar y esto a la vez significa que existe actividad nerviosa previa. De esta forma, esta relación implica el conocimiento fundamental del funcionamiento del cerebro para incrementar la disponibilidad de estrategias didácticas y efectivas para los sistemas educativos. Asimismo, al producirse el aprendizaje el cerebro experimenta cambios estructurales importantes que pueden favorecer tanto la retención de nueva información, como la replicación

de conductas o conocimientos aprendidos (Committee on Developments in the Science of Learning, 2003).

Por último, la neuropsicología se encarga de estudiar la relación entre el cerebro y la conducta, el entorno sociocultural, y sus dinámicas. En los últimos años, esta nueva disciplina se ha posicionado a nivel mundial debido a sus estrategias dirigidas a comprender dificultades de comportamiento y/o aprendizaje en personas con toda clase de necesidades. Su objetivo es potenciar las habilidades individuales en pro de desarrollar nuevas vías de enseñanza (Doetsch, 2005).

### **Importancia de la Neurociencia**

El cerebro como objeto de estudio se remonta a siglos atrás con filósofos griegos que mostraron la necesidad de delimitar la consciencia o responder cuestionamientos tan simples como: *¿En dónde reside la consciencia? ¿Es posible que se le pueda atribuir a un solo órgano del cuerpo?* Es por esto que, en la antigüedad, se presentaron las primeras hipótesis que atribuían esta facultad al corazón, por el conocimiento concreto de que los seres humanos dejan la vida a partir de que sus corazones se detienen. Sin embargo, con el tiempo, se descubrió que el corazón sirve únicamente como una bomba que lleva sangre a todo el cuerpo a través de la circulación. Más adelante, se descubrió que, lo que el ser humano es, es gracias al cerebro (Salazar, 2016).

### **Importancia de la Educación en la Neurociencia**

Durante los últimos años, se ha generado mucho interés en torno a la neurociencia. Esta ha tomado importancia en áreas como la psicología, medicina y la educación, y también en el público en general (Garcés, 2021). Se ha despertado mucha curiosidad por el conocimiento de

estos temas, pues existe la expectativa de generar mayores oportunidades en el ámbito profesional, y disminuir la brecha entre el interés y la aplicación neurocientífica. De igual manera, este conocimiento podrá ser transferible y beneficioso para los seres humanos ya que permite desarrollar destrezas y crear vínculos entre diferentes disciplinas generando una mayor comprensión (Haynes & Jakobi, 2021).

A pesar de que la información relacionada a la neurociencia es insuficiente, inclusive en el área académica, su futuro es muy optimista. Se espera que la sociedad obtenga grandes beneficios al potenciar los conocimientos de la neurociencia de manera efectiva (Haynes & Jakobi, 2021). Asimismo, se espera que pueda discernir información importante, como, por ejemplo, desmentir mitos que prevalecen en esta área.

### ***Mitos***

En la actualidad, la tecnología y los medios de divulgación de la información han hecho posible un fenómeno que crea contenido, promociona y evoluciona de forma exacerbada. Solo en las últimas décadas, se ha evidenciado múltiples transformaciones en lo que respecta a ciencia y tecnología. De esta forma, la creación de nuevas herramientas ha cambiado la forma en que las personas viven y piensan. Sin embargo, las instituciones educativas se actualizan con menos frecuencia de lo requerido y esto repercute de forma negativa (Valerio et al., 2016). Esto se refleja en el desconocimiento de la función cerebral que existe en la población, lo cual ha llevado a algunos docentes a creer en mitos que la ciencia ha negado. Estas creencias, que parecen ser triviales, pueden llevar a una enseñanza sesgada o la implementación de estrategias ineficaces en el aula (Hernández, 2020).

Por otro lado, los mitos pueden llevar a mantener o persistir en conductas que afectan la salud emocional, mental, o física de los individuos (Forés et al., 2015). Un ejemplo que podría relacionarse con esto es el mito de que los seres humanos son capaces de realizar diversas tareas al mismo tiempo, conocido como *multitasking*. El resultado de esto, en muchas ocasiones, es el esfuerzo constante de los individuos por manejar mucha información de forma constante, o sobre estimular la capacidad de atención, lo que resulta en realizar tareas de forma menos eficaz. Esto conlleva a estrés, frustración, agotamiento mental y físico, y *burnout* (Coch & Ansari, 2009).

“Los *neuromitos* son falsas creencias que tenemos sobre el desarrollo y funcionamiento del cerebro” (Hernández, 2020). Su etimología surge de malas interpretaciones, una deficiente socialización y explicación de fenómenos, afirmaciones de hechos científicos sin corroboración de la información o entendidas fuera de contexto. Estas ideas se propagan desde diferentes épocas y permanecen desinformando a la población.

De acuerdo con la obra de Jarrett (2014), uno de los *neuromitos* más difundidos a nivel mundial es que solo se utiliza el 10% del cerebro. También existen otras declaraciones bastante populares como:

- “El pensamiento reside en el corazón” (p. 15).
- “El cerebro bombea espíritus animales alrededor del cuerpo” (p. 25).
- “Las personas que desarrollan más su cerebro derecho son más creativas” (p. 55).
- “Las personas que desarrollan más su cerebro izquierdo son más racionales” (p. 56).

- “Las mujeres son pensadoras intuitivas y buenas para el multitasking, mientras que los hombres son buenos para los deportes y lectura de mapas” (p. 65).

Existe evidencia de que los profesionales en todo el mundo, independientemente de su campo de especialización o del nivel de educación en el que trabajan, tienen dificultades para distinguir entre los *neuromitos* e información factual. Sin embargo, Goswani (2006) plantea una propuesta a este dilema. Esta se basa en mejorar el sistema de difusión y distribución de información científica confiable, de manera que se pueda enseñar a diferenciar lo que correspondería a neurociencia y data científica, de la información equívoca o poco confiable.

### ***Abuso del Término “Neuro”***

Por su amplio campo de aplicación, el término “neurociencias” y el prefijo “neuro” se han utilizado de forma inadecuada relacionándolo a disciplinas que no se corresponden (Cumpa-Valencia, 2019). Hasta ahora se han hecho varios intentos de verificar estos términos y establecer clasificaciones que sean aceptadas y reconocidas por la comunidad científica. Sin embargo, cada vez hay más información no fiable disponible y no se puede aplacar su promulgación (García-Albea, 2011).

Es importante establecer que la psicoeducación es una herramienta elemental para evitar la desinformación. De la misma forma, entender que la intervención, concientización, prevención y promoción en salud mental son de gran utilidad y resultan en mayores beneficios para la sociedad (Vargas, 2015). Esto se lograría a través de programas de capacitación, o entrenamiento de estrategias que potencien el bienestar de la población.

### ***Consciencia de la Salud***

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), de las 10 principales causas de muerte, siete son *Enfermedades Crónicas No Transmisibles* (ECNT). Entre ellas se encuentran la diabetes, las demencias, y los accidentes cerebrovasculares. La mortalidad por estas enfermedades se da en su mayoría en personas mayores a 60 años, sin embargo, cada vez “se incrementa en edades muy activas de la vida” (Serra, 2020, p. 2).

Existen múltiples factores de riesgo para las ECNT. Uno de ellos es la alimentación (Benavides & Fuel, 2021). Asimismo, la higiene del sueño ha mostrado una alta correlación con el desarrollo de estas enfermedades (Montagut et al., 2020). Es importante controlar estos hábitos, pues no solo inciden en el desarrollo de enfermedades crónicas, sino también en problemas del día a día.

### **Edad Poblacional e Importancia del Grupo Objetivo**

De acuerdo con Santiesteban et al. (2017), la adolescencia es una etapa importante en la que se van formando los hábitos de vida. Sin embargo, algo preocupante es que los adolescentes generalmente no toman en cuenta las consecuencias de sus hábitos, ni a corto ni a largo plazo. Es común que en esta etapa se den cambios en varios aspectos, como los hábitos alimenticios o de sueño, así como un aumento en la probabilidad de consumo de sustancias y otras conductas riesgosas (Andrade-Sánchez et al., 2019).

Los adolescentes se encuentran en una etapa vulnerable. Según Santiesteban et al. (2017), los factores de riesgo que más se presentan en la adolescencia son el consumo de sustancias, la conducta sexual arriesgada, y los problemas de estado de ánimo. Además, otros autores también

han notado que la conducta alimentaria es un factor de riesgo en esta etapa de vida (Gorrita et al., 2015). Finalmente, los adolescentes igualmente muestran problemas en sus hábitos de sueño (Borge et al., 2015).

Es fundamental que los adolescentes puedan conocer más sobre las características importantes de su etapa de vida, así como también de sus riesgos. Debido a que se encuentran próximos a iniciar su vida universitaria, este grupo puede estar expuesto a varios riesgos que den lugar a hábitos poco saludables e incluso peligrosos (Beltrán et al., 2020). Es esencial que la malla curricular educativa incluya temas sobre sueño, alimentación, consumo de sustancias, y relación entre cuerpo y mente desde un punto de vista neurocientífico y neurofisiológico. Para esto, es recomendable que los jóvenes también tengan un conocimiento básico sobre anatomía y función del sistema nervioso.

### ***Sueño***

Es común que durante adolescencia los jóvenes presenten cambios en su rutina de sueño. Los adolescentes generalmente duermen más tarde de lo que deberían; cuando pueden se levantan más tarde; en general no descansan lo suficiente, y podrían tener problemas de somnolencia durante el día (Jurado & Segarra, 2016). Todos estos malos hábitos de sueño también pueden llevar a que los estudiantes tengan problemas de insomnio (Hidalgo et al., 2018). Además, sería importante considerar el hecho de que, a pesar de que los adolescentes suelen dormir más tarde, generalmente los sistemas educativos imponen un inicio de clases más temprano, por lo que no cumplen con sus horas de sueño necesarias (Barrantes, 2017).

Según las estadísticas presentadas en un estudio realizado por Montagut et al. (2020), más de un tercio de la población adulta padece de insomnio. Asimismo, cerca de dos tercios de

los individuos que trabajan en turnos nocturnos presentan alteraciones en su ritmo circadiano. Las consecuencias de esta mala higiene del sueño pueden variar desde trastornos del sueño (e.g. disomnias, parasomnias, etc.), hasta aumentos en el riesgo de enfermedades cardiovasculares u oncológicas. De igual forma, su salud mental puede verse afectada, lo que conlleva a problemas de rendimiento, e inclusive desórdenes psiquiátricos.

Las horas de sueño que generalmente se necesitan varían con la edad. Según Martínez (2016), un adolescente promedio necesita aproximadamente de ocho a 10 horas de sueño. Existen investigaciones que han demostrado que los cambios en hábitos de sueño también se deben a factores biológicos. Uno de estos es que el cuerpo produce y libera melatonina más tarde en la noche, alterando el ritmo circadiano habitual del sueño (Jurado & Segarra, 2016).

### ***Alimentación***

Otro factor por considerar en el proyecto es el de los hábitos de alimentación. Según la OMS (2021), estos son desarrollados durante la adolescencia, y juegan un rol crucial en la salud de la etapa adulta. Sin embargo, al igual que con los hábitos de sueño, se ha visto que los adolescentes no tienen costumbres saludables en cuanto a su alimentación (Ibarra & Hernández-Mosqueira, 2019). Estos hábitos pueden llevar al adolescente a problemas como sobrepeso, obesidad, o desnutrición; causando más complicaciones de salud en el futuro (Papalia & Martorell, 2017).

En un estudio realizado por Bravo (2021) acerca de los hábitos alimenticios en adolescentes, se evidenció que un problema central durante esta etapa es la falta de conocimiento que tienen los jóvenes sobre los alimentos que están ingiriendo. Asimismo, Benavides y Fiel

(2021) concluyeron que el consumo de alcohol y de productos altos en grasas, carbohidratos, o sodio; así como la falta de hidratación adecuada, durante la adolescencia, aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas.

### ***Consumo de Sustancias***

El consumo de sustancias como el alcohol y otras drogas también es un factor de riesgo en la adolescencia. Según Papalia y Martorell (2017), el consumo de sustancias es más riesgoso en la adolescencia, ya que estas pueden perjudicar al cerebro que aún sigue desarrollándose. Es importante que este grupo tenga un mejor conocimiento sobre los efectos de ciertas drogas en el cerebro y la calidad de vida, tanto a corto como a largo plazo. Además, este grupo de edad también se puede ver más expuesto al consumo de sustancias cuando terminan el colegio y entran a la universidad. Algunas drogas que se consumen hoy en día por los adolescentes son el alcohol, el tabaco y el cannabis psicoactivo o marihuana (OMS, 2021).

Según un estudio realizado por Pérez et al. (2019), los adolescentes desconocen sobre los efectos que puede tener el consumo de diferentes drogas. Además, se pudo demostrar que muchos jóvenes pueden considerar a ciertas drogas como no dañinas y con ciertos efectos positivos (e.g., una mejora en la conducta sexual). Muchos jóvenes no ven el efecto negativo que puede tener una sustancia como el alcohol en su cuerpo, el cual se ha visto que puede llevar a problemas en el funcionamiento y desarrollo normal del cerebro (García & Alzina, 2014). Finalmente, también se ha visto que el uso de sustancias tiene una relación con otros aspectos como la actividad física. Así, un estudio de Ibarra y Hernández-Mosqueira (2019), indicó que aquellos jóvenes que consumen sustancias como alcohol o tabaco tampoco tienen un buen hábito en cuanto a su actividad física.

## **Iniciativas Educativas Existentes**

Anteriormente fue mencionada la importancia de la educación para la neurociencia. Varios países han desarrollado iniciativas dirigidas a motivar el interés en los jóvenes sobre este campo. A continuación, se detallarán algunas de ellas.

### ***Iniciativas Internacionales***

**Norte América.** Una de las instituciones que se encarga de promover el conocimiento de las neurociencias a nivel mundial es Dana Foundation. Cuenta con alrededor de 670 miembros en 45 países de América, Asia, y Europa (Dana Foundation, 2021b). Su misión es promover la comprensión sobre el cerebro en la salud y en la enfermedad a través de la investigación y divulgación pública. Financian y coordinan programas sobre diversos temas acerca del cerebro para distintas audiencias (Dana Foundation, 2021a).

Una de sus iniciativas más reconocidas es el *Brain Awareness Week*. Consiste en una campaña global para fomentar el entusiasmo y el apoyo para el estudio de la neurociencia en el público general. Cada marzo, los organizadores planifican actividades creativas e innovadoras acerca del cerebro y las comparten con sus comunidades. De esta forma generan consciencia de la importancia y el impacto que la neurociencia tiene en la vida cotidiana (Dana Foundation, 2021a).

En los Estados Unidos existen varios programas en diversas universidades que ofertan cursos para incentivar el conocimiento de las neurociencias y tener un mayor acercamiento a las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería, y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Un ejemplo de esto es la Universidad de Columbia en Nueva York, pues ofrece un programa de

verano por tres semanas donde los estudiantes aprenden de biología, salud, física, química, psicología, astronomía, neurociencias y más. De igual manera, Emory College y Harvard University tienen programas preuniversitarios donde los estudiantes asisten a clases y exploran diversos temas (Higher Education, 2021). Asimismo, la Universidad de Brown también brinda un programa preuniversitario para estudiantes de 14 a 15 años. Este tiene una duración de dos semanas y los objetivos del programa son: enfocarse en el interés de STEM y preparar a los estudiantes para el éxito en sus carreras universitarias; trabajar estrechamente con grupos diversos de compañeros en proyectos de investigación, experimentos y desafíos de diseño y construcción; y concentrarse en aprender sin la presión de las calificaciones formales (Brown University, 2021).

En el Massachusetts Institute of Technology (MIT), hay programas de verano donde los estudiantes que se postulan deben cumplir con ciertos requisitos para poder acceder a ellos. Incluso existe disponibilidad para estudiantes internacionales que cuenten con expedientes académicos sobresalientes. El programa *MIT Summer Research Program in Biology (BSG-MSRP-Bio)*, brinda la oportunidad de participar en investigaciones supervisadas a los estudiantes que no tienen acceso a instalaciones de investigación en sus instituciones. Además, tienen la posibilidad de experimentar el entorno académico, social, y cultural del MIT.

Durante el programa, los participantes trabajan a tiempo completo en los laboratorios, participan en reuniones semanales con la facultad, y asisten a seminarios académicos. El objetivo de esta última actividad es que los estudiantes potencien sus habilidades de comunicación y adquieran otras destrezas que les ayudarán tanto en su vida académica como profesional. Para finalizar el programa, cada participante deberá entregar un póster científico y un resumen de cinco páginas de su investigación. Adicionalmente se les solicita realizar una declaración

personal acerca de su experiencia en MIT y completar una evaluación del programa (Massachusetts Institute of Technology [MIT], 2021).

**Universidad de California Los Ángeles.** El Brain Research Institute (BRI) de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) ha comenzado una iniciativa en donde se fomenta el interés por la ciencia en niños y adolescentes. Dentro de esta iniciativa se ha creado el *NeuroCamp*, un programa de verano gratuito en donde 15-20 estudiantes de secundaria atienden a un curso introductorio sobre neurociencias. Las lecciones se realizan mediante prácticas y los temas de mayor importancia son acerca de la anatomía, organización y función del cerebro. Asimismo, tienen la posibilidad de aprender bases técnicas de laboratorio relacionado en la neurobiología molecular, neurofisiología y neuroanatomía. Los miembros que dirigen y están cargo del proyecto son estudiantes de pregrado y posgrado del programa interdepartamental de neurociencias (Brain Research Institute [BRI], 2021a; BRI, 2021b).

El objetivo principal es proveer una experiencia emocionante e introductoria acerca de la investigación que se ha realizado en neurociencias a estudiantes de los últimos años de secundaria en Los Ángeles. De igual manera, estimulan el interés y la participación a futuro en carreras relacionadas con la ciencia (BRI, 2021a).

***Iniciativa Brainstorm – UCLA.*** El proyecto *Brainstorm* es una estrategia efectiva para comunicar conceptos de las neurociencias de manera sencilla y comprensible a la población en general. Adicionalmente, incentiva el estudio de carreras científicas, y mejora las habilidades profesionales de los estudiantes de pregrado. En referencia a lo citado anteriormente, se presentan estudios que permiten evaluar su efectividad.

En el 2016 y 2017, 29 estudiantes de pregrado de UCLA formaron parte del proyecto *Brainstorm*, y contaron con la participación de 298 estudiantes de educación básica y bachillerato. Para evaluar si los objetivos propuestos fueron alcanzados, y si se creó un impacto en los estudiantes, se realizó una encuesta pre y post visita. La siguiente información fue recopilada del estudio realizado por Saravanapandian et al. (2019).

Uno de los objetivos fue conocer si los estudiantes de pregrado mejorarían sus habilidades de enseñanza y comunicación. Dentro de las encuestas se evaluó si considerasen una carrera universitaria relacionada con la enseñanza en ciencias, si se sienten confiados al enseñar conceptos de neurociencia a otros, si se sienten confiados en enseñar neurociencia de manera efectiva a individuos sin conocimientos previos, y si se sentían confiados en sus habilidades de enseñanza. Estas respuestas incrementaron de manera significativa ( $p < 0.01$ ).

En cuanto a los participantes del proyecto, se pudo evidenciar una mejora significativa en su aprendizaje de neurociencia. Las encuestas se realizaron a siete de las 15 escuelas participantes; tres unidades educativas básicas, y cuatro unidades educativas de bachillerato. Estas encuestas constaban de preguntas específicas sobre neurociencias, las cuales fueron abordadas en el proyecto. A pesar de tener una variación de edades, los estudiantes mostraron un aumento de conocimiento en los temas presentados, por lo que se puede afirmar que se alcanzaron los objetivos del proyecto.

Con relación a *visión y sueño*, 25 estudiantes respondieron obteniéndose los siguientes resultados; pre-visita:  $M = 1.750$ ,  $SD = 0.794$ ; post visita:  $M = 2.333$ ,  $SD = 0.761$ . Esto indica que hubo un incremento de conocimiento en estas áreas ( $t(23) = 2.933$ ,  $p = 0.007$ ). De igual manera, en las preguntas sobre *neuro-plasticidad* que se realizaron a 37 estudiantes, los

resultados mostraron una mejora significativa en los conocimientos sobre esta área ( $t(36) = 6.524$ ;  $p < 0.001$ ); pre-visita:  $M = 2.054$ ,  $SD = 0.998$ ; post visita:  $M = 3.189$ ,  $SD = 0.938$ .

De acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta pre y post visita, se puede afirmar que las actividades del proyecto mejoraron el interés por aprender ciencia. En la encuesta post visita el 85% de los estudiantes en promedio mostraron *'mucho interés'* en la escala de Likert, un incremento del 15% frente al 70% antes de la visita. Asimismo, se pudo observar un aumento significativo en el interés de los estudiantes por asistir a la universidad, pues este pasó de un 70% en promedio a un 95%.

La experiencia de *NeuroCamp* en Ecuador también obtuvo resultados positivos. En mayo del 2020 se realizó una versión ecuatoriana del proyecto *Brainstorm* con la ayuda de UCLA. Los conocimientos fueron impartidos por 11 estudiantes de la USFQ a 105 estudiantes de edad escolar. Los asistentes estuvieron motivados y satisfechos con esta experiencia y de igual manera dejaron una buena retroalimentación (Garcés et al. 2021a).

Simultáneamente, en Los Ángeles se realizó el mismo proyecto con 3 escuelas y un número total de 170 estudiantes. Los voluntarios que dirigieron las actividades completaron una encuesta al haber acabado el proyecto. Los resultados de esta muestran que el 96% de ellos tuvo una experiencia gratificante y valiosa, y el 76% vio una mejoría en el entendimiento de los temas de neurociencias una vez acabada la experiencia (Garcés et al. 2021a).

Se concluyó que el uso de tecnología fue favorable para propósitos educacionales y permitió alcanzar a mayores audiencias. Sin embargo, se enfrentan desventajas como la dependencia de una buena conexión a internet y la falta de contacto social. Para mitigar estos

factores se utilizaron lecciones pregrabadas y se planificaron actividades que, a pesar de ser en línea, permitieron una mayor interacción; por ejemplo, experimentos prácticos (Garcés et al., 2021a).

Dentro de la retroalimentación se pudo evidenciar que las actividades prácticas fueron las más apreciadas ya que brindaron la oportunidad de tener una mayor conexión con otros sentidos y no solamente con el material visual. En general muchos estudiantes mencionaron que estuvieron felices de haber aprendido más del cerebro y haber interactuado con estudiantes universitarios (Garcés et al., 2021a).

**Latinoamérica.** Por otro lado, en Latinoamérica también existen oportunidades para aprender neurociencias. *Cerebrum* es una organización que se enfoca en el campo de la neurociencia aplicada. Ofertan diversas maneras de aprender acerca de este tema; cada persona es libre de elegir a su gusto entre diplomas, maestrías, especializaciones o cursos. Dentro de estas opciones se ofrecen diversos temas tales como la neurociencia, la neurociencia y educación, la neurociencia para la salud y la medicina, entre muchos otros. Esta organización tiene siete sedes, de las cuales cinco están ubicadas en Perú, Chile, Colombia, Brasil, Argentina, y las dos restantes se encuentran en Estados Unidos. Cuenta con departamentos designados para la investigación que trabajan con convenios con otros laboratorios o universidades (CEREBRUM - Centro Internacional de Neurociencia para el Desarrollo Humano, 2021).

En Argentina, la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), oferta la posibilidad para aprender acerca de las neurociencias, bajo la modalidad de cursos en línea donde los participantes pueden conocer sobre el impacto que la neurociencia tiene sobre el aprendizaje escolar. Se abordan temas relacionados a la enseñanza de la lectura, trastornos tales

como la dislexia, creencias erróneas del funcionamiento del cerebro, entre otros (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Argentina, 2021).

Adicionalmente, el Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento (LABNEURO) oferta cursos de neuromarketing, maestría en neurociencia y otros programas. En el 2021, se llevó a cabo el evento Semana Mundial del Cerebro 2021, Lima, Perú una iniciativa de Dana Foundation donde se logró transmitir de manera virtual conocimientos del sistema nervioso central y del cerebro al público en general (Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento [LABNEURO], 2021).

Asimismo, el Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI) en la Facultad de Medicina en la Universidad de Chile también tiene interés acerca de la investigación en la neurociencia, en la educación, y en la innovación. El BNI es una plataforma que junta a neurocientíficos, clínicos, y matemáticos para realizar investigación acerca de la funcionalidad del cerebro y la organización estructural para explorar diversas enfermedades. Precisamente, el estudio del cerebro y las enfermedades es un tema de alta relevancia en Chile ya que gran parte de su población sufre de enfermedades neurológicas y psiquiátricas (Universidad de Chile, 2021). De igual forma, su área de educación pretende brindar herramientas y espacios para la divulgación de neurociencias a estudiantes y a la comunidad mediante talleres con actividades lúdicas y recursos innovadores (Martínez, 2021).

### ***Iniciativas Nacionales***

En Ecuador también se ha generado interés por este tema, sin embargo, no son muchas las oportunidades para realizar investigación o programas de educación en el país. Como respuesta a esto, el Instituto de Neurociencias y el Instituto de Enseñanza y Aprendizaje (IDEA)

de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), junto con UCLA, han desarrollado el proyecto *Brainstorm*. El objetivo de esta iniciativa es incrementar el interés por el estudio del cerebro, su importancia, y funcionalidad, a través de experiencias prácticas de aprendizaje. Este proyecto es dirigido por estudiantes de pregrado interesados en las neurociencias. Esto permite potenciar sus habilidades de comunicación científica mediante la presentación de talleres en escuelas (Garcés, 2021b).

Como se ha mencionado previamente, BRI organiza programas de divulgación en neurociencias. Al crear una alianza con la USFQ se ha podido expandir y promover el conocimiento de esta. Sin embargo, en el país existen varios limitantes para difundir esta información como, por ejemplo, la falta de recursos, la información presentada no tiene respaldo por la ciencia y los materiales educativos de STEM en español son escasos (Garcés et al., 2021b).

Como respuesta ante estas necesidades se realizó un campamento virtual llamado *Neurocamp*. Consistía en 5 días donde cada uno estaba enfocado en un tema específico en el campo de la neurociencia: neuronas y comunicación celular; neuroanatomía; sensación y percepción; cognición; y comportamiento (Garcés et al., 2021b).

Después de un proceso de selección, se obtuvieron 170 participantes estadounidenses con un promedio de 10 años y 105 estudiantes ecuatorianos con un promedio de 12 años. Para evaluar sus conocimientos se realizaron encuestas antes y después del campamento. Los resultados mostraron que los participantes incrementaron sus conocimientos de manera significativa los días 1, 2, y 4, mientras que los días 3 y 5 este no fue estadísticamente significativo (Garcés et al., 2021b).

Adicionalmente, se concluyó que en general los estudiantes mostraron interés y resultados significativos de aprendizaje positivo. Al realizarlo de manera virtual se alcanzó a un mayor público; por ejemplo, hubo participantes de cinco diferentes ciudades en el Ecuador que si hubiera sido de manera presencial probablemente no habrían tenido esta oportunidad. Sin embargo, algunas limitaciones que se encontraron fueron que, al ser un piloto la muestra fue pequeña, algunos temas enseñados fueron muy fáciles para la audiencia, algunos participantes no encontraron la relación entre la neurociencia y otros campos STEM, entre otros (Garcés et al., 2021b).

Con la iniciativa de Dana Foundation, la USFQ, junto con el Instituto de Neurociencias y la carrera de psicología, fueron parte del Brain Awareness Week: *Cerebremos*. El evento se realizó de manera virtual y su objetivo fue que la audiencia aprenda acerca del cerebro y su funcionamiento. Los invitados presentaron sus descubrimientos más importantes en diferentes áreas de especialización y explicaron cómo se relacionaban con la neurociencia. Además, las charlas fueron acompañadas de otros contenidos y publicadas en redes sociales para que el público en general pueda conocer, aprender y disfrutar de ellas (USFQ, 2021a).

Asimismo, la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) conformó el *Equipo de Investigación NeurALL* junto con el Queen Square Institute of Neurology del University College London (UCL) para realizar investigación en cuanto a las neurociencias y la cirugía neurológica. El grupo está formado por estudiantes de medicina de la UIDE y UCL, y cuenta con apoyo internacional de siete países. Durante este tiempo han trabajado en más de 10 investigaciones que pronto serán publicadas en Revistas Médicas Indexadas (Universidad Internacional del Ecuador [UIDE], 2021).

## CAPÍTULO 2: DINÁMICA DE LA ORGANIZACIÓN

### **Instituto de Neurociencias USFQ**

#### ***Objetivo del Instituto***

La investigación neurocientífica es un campo amplio que incluye a la neurología clínica, la neurofisiología, la psicofisiología y a las ciencias cognitivas. La investigación realizada por el Instituto pretende responder a preguntas relacionadas con el sistema nervioso central, incluyendo desde el cuidado clínico neurológico hasta las relaciones entre el cerebro y la conducta. La investigación es publicada en revistas académicas (peer-reviewed) y presentadas en conferencias nacionales e internacionales (USFQ, 2021b).

#### ***Misión***

Promover el estudio del sistema nervioso central, así como la práctica basada en la evidencia para tratar condiciones relacionadas al cerebro. Esto incluye facilitar la investigación académica y clínica en neurociencias a través del método científico y la disseminación científica de la información por medio de publicaciones, conferencias, etc. (USFQ, 2021b).

#### ***Visión***

“Crear un centro de investigación, con reconocimiento internacional, que se dedique al estudio científico y multidisciplinario del sistema nervioso central humano” (USFQ, 2021b).

### ***Proyecto de Vinculación***

El Instituto de Neurociencias de la USFQ creó el proyecto de vinculación *Neurotransmission* con el objetivo de evitar la promulgación de información falsa y de calidad deficiente, e incrementar el pensamiento crítico. También se busca que el público tenga conocimiento y se beneficie de las investigaciones y avances acerca del estudio del cerebro. Por último, pretende crear consciencia sobre la salud, basándose en la neurociencia (USFQ, 2021a).

Dentro del proyecto se plantean las siguientes actividades:

- *Brain Detectives*:
  - *Investigación*: consiste en investigar temas neurocientíficos y publicarlos en revistas académicas.
  - *Prácticas de Investigación*: brinda la oportunidad a estudiantes de realizar un proyecto de investigación con el apoyo de un profesor.
- *BrainMeetings*: se basa en dictar seminarios con invitados profesionales.
- *Interneuron*:
  - *Brainstorm*: se enfoca en la educación de la neurociencia dentro de colegios, dando información confiable para que despierte el interés en los estudiantes.
    - *Neurocamp*: se creó un campamento durante el verano. Este duró cinco días y cumplió con el objetivo de dar clases, talleres y charlas a estudiantes de secundaria. Estas clases duraron 1h30, y

fueron diseñadas de una forma didáctica para que el aprendizaje en neurociencia sea diferente, divertido, y capte la atención de los alumnos. Se enseñó principalmente acerca de conceptos básicos del cerebro, su funcionamiento y su importancia.

- *NeuroCOIL* (Collaborative Online International Learning): permite de trabajar de manera colaborativa con estudiantes de otros países.
- *Neural Network*: el Instituto de Neurociencias utiliza redes sociales (Twitter, Facebook e Instagram), para publicar contenido relevante, realizar actividades, y tener un mayor alcance en la comunidad.
- *Brain Awareness Week*.

De estas actividades no solo se benefician estudiantes o docentes, sino también el público general (USFQ, 2021a).

## **Brain Research Institute (BRI) UCLA**

### ***¿Qué es el Instituto?***

Fundado en 1959, el BRI es uno de los primeros institutos de investigación en neurociencias de los Estados Unidos. Dedicado a la investigación, educación, y vinculación con la comunidad, provee diversos recursos para incentivar la colaboración multidisciplinaria. Su objetivo es estudiar y comprender al cerebro, enriqueciendo el conocimiento general sobre él.

### ***Misión***

Empoderar la investigación, educación, y divulgación en neurociencia, colaborativa y diversa, en la Universidad de California Los Ángeles (UCLA, 2021).

### **Proyecto**

Ante el incremento de interés y la carencia de programas en el país, el Instituto de Neurociencias solicita la generación de más iniciativas, y el apoyo y formalización de aquellas que ya se han establecido. Es por esto por lo que se propone realizar un proyecto educativo e interactivo destinado a jóvenes adultos de la sociedad ecuatoriana, que aborde temáticas relevantes para la edad.

La adolescencia es una etapa crítica del desarrollo debido a que en esta se empiezan a adquirir hábitos de vida. Ahí yace la importancia de hablar de la promoción de hábitos saludables y la prevención de hábitos nocivos. De igual manera, es necesario proveer información fiable que los guíe en este proceso. Por lo tanto, en este proyecto se discutirán las consideraciones que una persona debe tener para llevar una vida plena y sana desde una perspectiva fundamentada en la neurociencia.

Lo que se pretende con el proyecto es que el aprendizaje sea significativo y aplicable. Además, se busca que el conocimiento perdure y pueda ser transmitido a sus pares, con el fin de brindar un servicio a la comunidad. Finalmente, este proyecto puede ser el primer paso para orientarlos en su carrera profesional, actuando como un nexo entre el colegio y la universidad.

### **CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN EL DESAFÍO**

En Ecuador la información disponible en el área de neurociencias es bastante limitada. Esto se debe a que el contenido publicado a nivel nacional es escaso (Ramos-Galarza, 2017). Asimismo, gran parte del contenido internacional disponible se encuentra publicado en otro idioma, principalmente inglés. Además, existe una escasez de comunicación científica para informar a la comunidad en esta materia. Debido a esto, la población ecuatoriana, sobre todo los adolescentes, desconoce sobre el tema. Esto resulta problemático, pues mucha de esta información podría ser de utilidad para la vida cotidiana y la adquisición de hábitos saludables.

Durante la elaboración de este proyecto se presentaron varias problemáticas. En líneas generales, el lenguaje científico hace difícil la promulgación y el acceso a la información y eso repercute en el alcance hacia la población.

#### **Desafíos Encontrados**

##### ***Primer Desafío: Comunicación de Ciencias***

La comunicación en ciencias se basa en la comunicación de contenidos complejos a poblaciones que no disponen de conocimiento en estos temas. Existe una brecha entre los conocimientos de la ciencia, y aquello que los adolescentes pueden conocer y entender. Asimismo, con la tecnología disponible, puede filtrarse mucha información falsa o contenido de poca calidad. Al ser adolescentes, pueden no tener un buen pensamiento crítico para discernir dicha información. Por otro lado, la mayoría de los contenidos de calidad se encuentran en otros idiomas, especialmente en inglés, lo cual puede ser un limitante para los jóvenes. Esto resultó en

algunos contratiempos, pues es muy distinta la comunicación en inglés que en español, tanto en términos como coloquialismos y uso del lenguaje.

### ***Segundo Desafío: Selección de Contenidos***

El campo de las neurociencias es sumamente amplio, su información y descubrimientos están en constante actualización. Por lo tanto, es necesario trabajar con fuentes recientes y temas trascendentales y de interés que sean fáciles de resumir para la población objetivo. Conseguir esto fue una tarea ardua, que se vio influenciada por la disponibilidad de información mencionada y su adaptación para ser representativa de los contenidos académicos. Igualmente, fue importante buscar información que sea de relevancia y utilidad para la vida cotidiana. Por esta razón, la selección de temas a tratar, y delimitación de contenidos, requirió de un análisis exhaustivo, lo que consumió mucho tiempo y recursos.

### ***Tercer Desafío: Recursos Disponibles***

Esta iniciativa nace a partir de la respuesta de los estudiantes de la clase de titulación frente a la necesidad del Instituto de Neurociencias USFQ. Aparte del apoyo logístico proporcionado por la institución, no se dispuso de financiamiento para llevarlo a cabo. Esto fue debido a que el tiempo disponible para desarrollar el proyecto fue muy corto, por lo que no se pudo aplicar un plan de financiamiento tanto interno como externo. Por estas razones, el alcance del proyecto se vio limitado. Este pudo haber contado con un mayor alcance, más contenidos, herramientas más eficaces, y una imagen más llamativa. De igual forma, se pudo haber realizado una investigación literaria más profunda, e incluso una investigación experimental para evaluar al proyecto.

La falta de presupuesto dificultó la posibilidad de contar con un equipo técnico para el desarrollo de una plataforma y herramientas que brindasen una mejor experiencia a los usuarios. Por esto, solo se pudo recurrir a las capacidades y conocimientos del equipo, lo que limitó al producto final a una versión relativamente sencilla y rudimentaria.

## **Conclusión**

A lo largo de la realización del proyecto se encontraron varios desafíos. Estos fueron la comunicación de ciencias, selección de contenidos, y la disponibilidad de recursos. El lenguaje científico, al ser muy técnico y específico, dificulta la difusión de descubrimientos y conocimiento de la neurociencia. Igualmente, la mayor parte de las publicaciones realizadas en el área no se encuentran en español. Adicionalmente, no toda la información disponible es de utilidad ni interés para la población general, menos aún para los adolescentes. Por esto, es necesario un proceso de selección, traducción, y simplificación de la información. Sin embargo, esto requiere de mucho tiempo y recursos, los cuales fueron sumamente limitados durante la realización del proyecto.

## CAPÍTULO 4: PROPUESTA

El programa de educación en neurociencia para adolescentes *Un Viaje al Cerebro* fue desarrollado en respuesta a la necesidad del Instituto de Neurociencias USFQ de incentivar el interés en adolescentes de estudiar neurociencias. Este curso fue elaborado en la plataforma *Genial.ly*. Está dividido en cinco módulos, cada uno de los cuales sigue el modelo educativo de las *5E's*. Este modelo establece cinco etapas centradas en los estudiantes: *enganche*, genera interés en el tema; *exploración*, el alumno busca su propia información; *explicación*, el docente explica las ideas; *elaboración*, el alumno pone en práctica lo aprendido; y *evaluación*, el docente provee retroalimentación, e incentiva la autoevaluación (Bastida-Bastida, 2019).

Cada módulo cuenta con materiales audiovisuales e interactivos. La información teórica fue presentada en *Genial.ly* con imágenes y videos complementarios. Asimismo, las actividades fueron realizadas en la misma plataforma, *Padlet*, *Quizizz*, entre otras.

En respuesta a los desafíos presentados durante la elaboración del proyecto, se plantearon las siguientes soluciones.

### **Resolución de los Desafíos Encontrados**

#### ***Primer Desafío: Comunicación de Ciencias***

Para poder responder a este dilema fue necesario seguir un proceso ordenado de síntesis de varias fuentes académicas. Primero, se escogieron aquellos temas relevantes para la población objetivo y la etapa de desarrollo en la que se encuentran. Segundo, se tuvo que asumir que no había un entendimiento y conocimiento previo sobre los temas por parte de la población. Tercero, se buscó bibliografía con suficiente contenido para poder realizar un resumen completo,

que a su vez sea digerible y fácil de comprender. Finalmente, no solo se tuvo que traducir los contenidos, sino que también hubo una adaptación del lenguaje utilizado para reducir sus tecnicismos, y volverlo más similar al lenguaje de uso cotidiano.

Por otro lado, el proyecto se basó en el desarrollo de un programa interactivo, en el cual los jóvenes puedan tener una experiencia útil de aprendizaje. Dentro del programa se encuentran varios módulos con juegos e información entendible para la edad objetivo. De igual forma, se utilizó la narración como medio de conexión entre actividades y contenidos, usando a *Alex* (protagonista del juego central) como vehículo narrativo. Además, todo esto estuvo basado en el modelo instruccional de las 5E's, del cual se utilizaron cuatro: *enganche*, *explicación*, *elaboración* y *evaluación*.

### ***Segundo Desafío: Selección de Contenidos***

Para la solución de este desafío se escogieron aquellos temas que sean útiles y relevantes para los adolescentes. Se realizó una investigación profunda de la población objetivo, centrándose en sus necesidades y posibles riesgos a los que están expuestos en su vida cotidiana. Es por esto que se escogieron aquellos temas que ayudan a la prevención de conductas riesgosas, y promueven un estilo de vida más saludable. Además, se recurrió al uso de filtros en bases de datos académicas para limitar la información a la más actual y proveniente de fuentes de alta calidad e impacto.

### ***Tercer Desafío: Recursos Disponibles***

A pesar de las limitaciones en cuanto a los recursos utilizados en el proyecto, la amplia variedad de plataformas gratuitas disponibles en internet hizo posible la realización efectiva y

satisfactoria del proyecto. La utilización de la plataforma *Genial.ly* facilita el migrar contenidos a otras plataformas, actualizar constantemente el producto, e incluir herramientas y medios disponibles en el internet. Asimismo, permite adaptar el producto para su uso en aplicaciones futuras. Todos estos beneficios representan varias ventajas para el cumplimiento de los objetivos de diseño y contenido establecidos para el proyecto.

## **Descripción de Contenidos del Proyecto**

### ***Primer Módulo: Introducción a la Neurociencia***

El primer módulo brinda los conocimientos básicos necesarios para comprender los siguientes cuatro módulos. Esto incluye información sobre las células nerviosas, neuroanatomía, neurofisiología, y el desarrollo cerebral.

### ***Segundo Módulo: Sueño***

El segundo módulo está enfocado en conceptos clave sobre el ciclo de sueño, las etapas del sueño, trastornos del sueño, y recomendaciones para una buena higiene del sueño. La idea detrás de este módulo es desmitificar cierta información, y fomentar una mejor salud física y mental.

### ***Tercer Módulo: Placer***

El tercer módulo trata sobre el consumo de sustancias. Esto incluye tres tipos de drogas específicas; estimulantes, depresoras, y alucinógenas; y sus mecanismos de acción en el cerebro. Finalmente, se da a conocer sobre el circuito de recompensa y su relación con el consumo de sustancias.

***Cuarto Módulo: Alimentación***

En el cuarto módulo se explica la interacción entre cuerpo y mente. Esto refiere a la relación entre la salud del cerebro y el estado del sistema inmune, al igual que la importancia de los hábitos físicos saludables para la salud mental.

***Quinto Módulo: Cuerpo y Mente***

El quinto y último módulo se enfoca en las áreas cerebrales implicadas en la alimentación, su interacción con el sistema de recompensa, y cómo operan los trastornos de la conducta alimentaria. Además, se brindan recomendaciones para una buena nutrición que fomente un cerebro saludable.

Figura 1. Resumen de los módulos del curso.

Tema	Introducción a la Neurociencia	Sueño	Placer, Adicciones	Alimentación	Cerebro y Cuerpo
Subtemas	<ol style="list-style-type: none"> <li>Células Nerviosas.</li> <li>Neuroanatomía.</li> <li>Neurofisiología.</li> <li>Desarrollo del Cerebro.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Conceptos Clave.</li> <li>Etapas del Sueño.</li> <li>Trastornos del Sueño.</li> <li>Recomendaciones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Drogas estimulantes.</li> <li>Drogas depresoras.</li> <li>Drogas alucinógenas.</li> <li>Círculo de recompensa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Áreas cerebrales involucradas en la alimentación</li> <li>Circuitos cerebrales en la conducta alimentaria</li> <li>Trastornos alimenticios</li> <li>Hábitos Alimenticios Saludables.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Estrés y Ansiedad</li> <li>Psiconeuroinmunología</li> <li>Salud y personalidad</li> <li>Ejercicio</li> <li>Mindfulness</li> </ol>
Responsable	José Burneo	Alexia Jiménez	Melanie Jiménez	Alejandra Arcos	Andrea Escalante
Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Especificar los tipos de células nerviosas que conforman el cerebro.</li> <li>Exponer la estructura anatómica fundamental del sistema nervioso</li> <li>Explicar la fisiología básica del sistema nervioso.</li> <li>Detallar los cambios del cerebro durante el ciclo vital y sus factores influyentes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Explicar conceptos clave acerca del ciclo del sueño.</li> <li>Especificar las etapas del sueño y sus características.</li> <li>Dar a conocer diversos trastornos del sueño.</li> <li>Exponer comportamientos beneficiosos para una mejor higiene del sueño.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Explicar los efectos de tres grupos de drogas: estimulantes, depresoras y alucinógenas.</li> <li>Explicar qué es el círculo de recompensa.</li> <li>Explicar la conexión entre el círculo de recompensa y las adicciones al consumo de drogas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Explicar los mecanismos biológicos relacionados con la alimentación</li> <li>Especificar las áreas cerebrales implicadas en la conducta alimentaria.</li> <li>Mencionar cuales son los Trastornos de Conducta Alimentaria más prevalentes</li> <li>Recomendar diferentes hábitos alimenticios saludables</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Explicar la importancia de la relación entre una buena salud mental y física</li> <li>Explicar la función del sistema inmune</li> <li>Explicar las consecuencias que conllevan el estrés y la ansiedad</li> <li>Mostrar al ejercicio y mindfulness como buenos hábitos.</li> </ol>
Actividad de Engage	Quiz en genial.ly: conocimientos básicos del tema.	Quiz en genial.ly: conocimientos básicos del tema.	Quiz en genial.ly: conocimientos básicos del tema.	Quiz en genial.ly: conocimientos básicos del tema.	Quiz en genial.ly: conocimientos básicos del tema.
Explicar: Contenido Teórico.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentación en genial.ly.</li> <li>Videos cortos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentación en genial.ly.</li> <li>Videos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentación en genial.ly.</li> <li>Videos sobre efectos de diferentes drogas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentación en genial.ly.</li> <li>Mapas Conceptuales</li> <li>Videos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentación en genial.ly.</li> <li>Videos cortos</li> </ol>
Elaborate: Práctica de Teoría.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Actividad de Refuerzo: Cerebro Interactivo de la Sociedad de Neurociencia</li> <li>Actividad de Refuerzo: Sistema Nervioso de Realidad virtual con aplicación de celular.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Actividad de Refuerzo: <i>Sleep Deprivation Game</i>.</li> <li>Actividad de Refuerzo: ejercicios de meditación y respiración guiados a través de material audiovisual</li> <li>Padlet: reflexión sobre los ejercicios de meditación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Actividad de refuerzo: Mouse Party de Genetic Science Learning Center.</li> <li>Padlet: los participantes podrán reflexionar sobre su aprendizaje en el módulo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Actividad de refuerzo: Juego "Consume.me"</li> <li>Padlet: los participantes podrán reflexionar sobre su aprendizaje en el módulo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Actividad de refuerzo: Juego "Identifica las partes del sistema inmune"</li> <li>Actividad de Refuerzo: Juego "Sistema nervioso autónomo"</li> <li>Ejercicios de mindfulness</li> </ol>
Evalue: Evaluación de Conocimientos.	Quiz en genial.ly: Revisión de contenido de todo el módulo.	Quiz en genial.ly: Revisión de contenido de todo el módulo.	Quiz en genial.ly sobre todo el contenido visto en el módulo.	Quiz en genial.ly: (Escape Camp)	Quiz en genial.ly: Revisión de contenido de todo el módulo.

## CONCLUSIONES

La propuesta del programa de educación en neurociencia para adolescentes *Un Viaje al Cerebro* cumplió con los objetivos planteados para satisfacer la necesidad del Instituto de Neurociencias USFQ. El fin de este proyecto fue crear un programa educativo que asista a la institución en su misión de aumentar el interés por la neurociencia en los adolescentes. Aunque el curso abarca una amplia gama de temáticas relacionadas a la neurociencia, con información teórica de calidad, este es un curso introductorio. Debido a esto, el curso no profundiza en los temas de sus módulos, más que lo necesario para motivar la curiosidad en los estudiantes. Sería importante que este proyecto sirva de precursor para otras propuestas que profundicen en los conocimientos.

A pesar de que el curso está dirigido a una población estudiantil adolescente, no se recolectó información sobre la efectividad de su aplicación para llegar a estos. Por esto, sería importante que futuros proyectos recolecten información sobre la población, y estudien su alcance en las etapas previas a la aplicación del proyecto. Además, sería importante realizar un análisis retrospectivo de propuestas pasadas, incluida esta, para poder modelar nuevos programas más completos y eficaces.

El apoyo de la USFQ podría significar la posibilidad de realizar proyectos con mejores herramientas didácticas y tecnología. Asimismo, se podría dedicar más recursos a la expansión y constante actualización de contenidos. De igual forma, los canales de comunicación de la universidad serían de gran utilidad para mejorar el alcance a la población.

Es posible concluir que este proyecto ha cumplido con su meta. Aunque no fue posible evaluar su eficacia en la población, responde a la necesidad del Instituto de Neurociencias

USFQ. Contiene la información requerida, y esta es presentada de una forma atractiva para la población objetivo. Es así como este proyecto se alineó a la misión del Instituto de Neurociencias, creando una nueva herramienta que ayude a la promulgación de contenido científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Sánchez, A. I., Galindo-Villardón, M. P., Salazar, C. M., & Hernández-González, S. (2019). Caracterización de los hábitos de vida, percepción y apoyo social en estudiantes preuniversitarios mediante el algoritmo taid. *Investigación Operacional*, 40(2), 192-200.
- Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4).
- Araya-Pizarro, S. C., & Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión. *Monográfico: Recursos y Sistemas Educativos en el Rendimiento Académico*, 8(1). <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Arias, S., & Batista, M. (2021). La educación dirige su mirada hacia la neurociencia: Retos actuales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 42-49.
- Armañanzas, R., & Ascoli, G. A. (2015). Towards the automatic classification of neurons. *Trends in Neurosciences*, 38(5). <https://doi.org/10.1016/j.tins.2015.02.004>
- Barrantes, D. (2017). *Patrones de sueño en el adolescente y su implicancia en el funcionamiento cognitivo*. Universidad Católica Argentina, Facultad de Psicología y Psicopedagogía. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/patrones-sueno-adolescente-implicancia.pdf>
- Bastida-Bastida, D. (2019). Adaptación del modelo 5E con el uso de herramientas digitales para la educación: propuesta para el docente de ciencias. *Revista Científica*, 34(1), 73-80.
- Beltrán, Y. H., Bravo, N. N., Guette, L. S., Osorio, F. V., Ariza, Á. L., Herrera, E. T., & Villegas, A. V. (2020). Estilos de vida relacionados con la salud en estudiantes universitarios. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 38, 547-551.
- Benavides, A. K., & Fuel, D. E. (Febrero de 18 de 2021). *Hábitos alimentarios como factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en adolescentes de bachillerato de la unidad educativa "Consejo Provincial", cantón Tulcán*. Repositorio Universidad Técnica del Norte.
- Berridge, K. C. (2018). Evolving concepts of emotion and motivation. *Frontiers in Psychology*, 1647. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01647>
- Borge, J. H., González, M. G., García, M. G., Rodríguez, M. A., Cabrera, A. S., & Montero, P. C. (2015). Hábitos y trastornos del sueño en adolescentes. *Revista Española de Patología Torácica*, 27(4), 220-230.
- Bostwick, J. M., & Bucci, J. A. (2008). Internet sex addiction treated with Naltrexone. *Mayo Clinic Proceedings*, 83(2), 226-230. <https://doi.org/10.4065/83.2.226>

- Brain Research Institute. (2021a). *Neurocamp*. University of California Los Angeles. <https://bri.ucla.edu/outreach/neurocamp-grades-9-12/>
- Brain Research Institute. (2021b). *Project Brainstorm (Grades: K-12)*. University of California Los Angeles. <https://bri.ucla.edu/outreach/project-brainstorm-grades-k-12/>
- Bravo, L. A. (2021). Hábitos alimenticios en adolescentes de 13 a 19 años en el centro de salud Junín en tiempos de pandemia. *Revista Científica Higía de la Salud*, 1(4). <https://doi.org/10.37117/higia.v1i4.499>
- Brown University. (2021). *STEM for rising 9th and 10th graders*. Brown Pre-College Programs. <https://precollege.brown.edu/programs/stem-rising>
- Carlson, N. R., & Birkett, M. A. (2017). *Physiology of behavior* (12a ed.). Pearson Education.
- Carroll, K. M., & Kiluk, B. D. (2017). Cognitive behavioral interventions for alcohol and drug use disorders: Through the stage model and back again. *Psychology of Addictive Behaviors*, 31(8), 847-861.
- CEREBRUM - Centro Internacional de Neurociencia para el Desarrollo Humano. (28 de Septiembre de 2021). *Neurociencia*. Cerebrum. <https://cerebrum.la/formacion/neurociencia/>
- Choquet, D., & Triller, A. (2013). The dynamic synapse. *Neuron*, 80(3), 691-703. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.013>
- Coch, D., & Ansari, D. (2009). Thinking about mechanisms is crucial to connecting neuroscience and education. *Cortex*, 45(4), 546-547.
- Committee on Developments in the Science of Learning. (2003). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. (J. Bransford, A. Brown, & R. Cocking, Edits.) National Academy Press.
- Correa, Á. (2008). Neurociencia aplicada: El cerebro al servicio de la humanidad. *Ciencia Cognitiva: Revista Electrónica de Divulgación*, 2(1), 38-40.
- Cumpa-Valencia, M. (2019). Usos y abusos del término "neurociencias", Una revisión sistemática en revistas indexadas en Scielo. *ConCiencia EPG*, 4(1), 30-67.
- Cusick, S. E., & Georgieff, M. K. (2016). The Role of nutrition in brain development: The golden opportunity of the "first 1000 days". *The Journal of Pediatrics*, 175, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.05.013>
- Dana Foundation. (2021a). *About Dana*. Dana Foundation. <https://www.dana.org/about-dana/>
- Dana Foundation. (2021b). *Dana alliance*. Dana Foundation. <https://dana.org/dana-alliances/>

- de la Barrera, M. L., & Donolo, D. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista Digital Universitaria*, 10(4).
- Doetsch, F., & Hen, R. (2005). Young and excitable: The function of new neurons in the adult mammalian brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 1(5), 121-128.
- Duque, J., Barco, J., & César, F. (2011). Santiago Felipe Ramón y Cajal, ¿Padre de la neurociencia o pionero de la ciencia neural? *International Journal of Morphology*, 29(4), 1202-1206.
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Argentina. (2021). *Neurociencias y aprendizaje escolar*. FLACSO Argentina. <https://www.flacso.org.ar/formacion-academica/neurociencias-y-aprendizaje-escolar/>
- Forés, A., Gamo, J. R., Guillén, J. C., Hernández, T., Ligoiz, M., Pardo, F., & Trinidad, C. (2015). *Neuromitos en educación - El aprendizaje desde la neurociencia* (1ra ed.). Plataforma Editorial.
- Garcés, M. S. (2021). Proyecto Brainstorm. *Revista Para el Aula*, 38, 34.
- Garcés, M. S., Mondello, J. E., Saravanapandian, V., Turgut, N., Lara, I., Tobar, C., & Wishard, T. (2021a). Cross-cultural neuroscience programs for underrepresented youth: Building a global outreach initiative. *BRAIN Initiative Investigator's Meeting*.
- Garcés, M. S., Turgut, N., Wishard, T., Lara, I., Molina, S., & Villarroel, C. (2021b). International collaboration for neuroscience outreach – Los Angeles (US) and Quito (Ecuador) brain awareness. Brain Research Institute UCLA.
- García, F. D., & Alzina, R. B. (2014). Consumo de alcohol en la adolescencia - Consideraciones médicas y orientaciones educativas. *Salud Mental*, 37(3), 255-260.
- García-Albea, J. E. (2011). Usos y abusos de lo 'neuro'. *Revista de Neurología*, 52(10), 577-580.
- Gerstner, W., Kistler, W. M., Naud, R., & Paninski, L. (2014). *Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition* (1ra ed.). Cambridge University Press.
- Goldstein, A. N., & Walker, M. P. (2014). The role of sleep in emotional brain function. *Annual Review of Clinical Psychology*, 10, 679-708. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153716>
- Gómez, M., & Vázquez, E. (2018). ¿Qué son las neurociencias? *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 5(9). <https://doi.org/10.29057/estr.v5i9.2976>
- Gorrita, R. R., Ruiz, Y., Hernández, Y., & Sánchez, M. (2015). Factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares en adolescentes. *Revista Cubana de Pediatría*, 87(2), 140-155.

- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7(1), 19-34.
- Graf, M., Wong, K. L., & Augustine, G. J. (2020). Neuroscience: A role for the claustrum in drug reward. *Current Biology*, 30(18), R1038 - R1040.  
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.07.031>
- Haberberger, R. V., Barry, C., Dominguez, N., & Matusica, D. (2019). Human dorsal root ganglia. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 13, 271.  
<https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00271>
- Haynes, E. M., & Jakobi, J. M. (2021). Elevating neuroscience literacy and an approach for physiologists. *Advances in Physiology Education*, 45(4), 797-802.  
<https://doi.org/10.1152/advan.00073.2021>
- Heilig, M., Augier, E., Pfarr, S., & Sommer, W. H. (2019). Developing neuroscience-based treatments for alcohol addiction: A matter of choice? *Translational Psychiatry*, 9(255).
- Heilig, M., MacKillop, J., Martinez, D., Rehm, J., Leggio, L., & Vanderschuren, L. J. (2021). Addiction as a brain disease revised: Why it still matters, and the need for consilience. *Neuropsychopharmacology*, 46, 1715-1723.
- Hernández, D. R. (2020). Mitos y hechos del cerebro que aprende: Las herramientas de las neurociencias en la docencia. *Mensaje Bioquímico*, 44, 65-71.
- Hidalgo, M. I., de la Flor, J., de la Calle, T., & Pozo, J. (2018). Insomnio en la infancia y adolescencia. *Pediatría Integral*, 22(8), 355-458.
- Higher Education. (30 de Julio de 2021). *50 best pre-college summer science programs for high school students*. Best College Reviews. <https://www.bestcollegereviews.org/features/pre-college-summer-science-programs-high-school-students/>
- Huang, L.-Y. M., Gu, Y., & Chen, Y. (2013). Communication between neuronal somata and satellite glial cells in sensory ganglia. *GLIA*, 61(10), 1571-1581.  
<https://doi.org/10.1002/glia.22541>
- Ibarra, J., & Hernández-Mosquera, C. (2019). Hábitos de vida saludable de actividad física, alimentación, sueño y consumo de tabaco y alcohol, en estudiantes adolescentes chilenos. *Sportis*, 5(1), 70-84. <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.1.3500>
- Illing, R. (2002). De la trepanación a la teoría de la neurona. *Mente y Cerebro*, 1(1), 82-90.
- Instituto de Investigación en el Cerebro de la Universidad de California Los Ángeles. (2021). *Who We Are*. University of California Los Angeles Brain Research Institute.  
<https://bri.ucla.edu/who-we-are/>
- Jarrett, C. (2014). *Great myths of the brain* (1ra ed.). Wiley-Blackwell.

- Jiang, X., & Nardelli, J. (2016). Cellular and molecular introduction to brain development. *Neurobiology of Disease*, 92(Parte A), 3-17. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2015.07.007>
- Jurado, M. J., & Segarra, F. J. (2016). El sueño en los niños y adolescentes. *Revista de Neurología*, 63(S2), S1-S27.
- Keunen, K., van Elburg, R. M., van Bel, F., & Benders, M. (2015). Impact of nutrition on brain development and its neuroprotective implications following preterm birth. *Pediatric Research*, 77, 148-155. <https://doi.org/10.1038/pr.2014.171>
- Krause, A. J., Simon, E. B., Mander, B. A., Greer, S. M., Saletin, J. M., Goldstein-Piekarsky, A. N., & Walker, M. P. (2017). The sleep-deprived human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 18, 404-418. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.55>
- Kurth, S., Achermann, P., Rustherholz, T., & LeBourgeois, M. K. (2013). Development of brain EEG connectivity across early childhood: Does sleep play a role? *Brain Sciences*, 3(4), 1445-1460. <https://doi.org/10.3390/brainsci3041445>
- LABNEURO – Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento. (2021). *LABNEURO*. LABNEURO. <http://www.neurocienciaperu.org/>
- Martínez, G. (2021). *Educación*. Instituto de Neurociencia Biomédica BNI Chile. <https://www.bni.cl/educacion.php>
- Martínez, M. A. (2016). ¿Cuánto hay que dormir para un sueño saludable? *Revista de Neurología*, 63(S2), S1-S27.
- Massachusetts Institute of Technology. (2021). *Program details: BSG-MSRP-Bio*. MIT Department of Biology. <https://biology.mit.edu/outreach/msrp/program-details-msrp/>
- Montagut, J. G., Sequeda, A. A., & Zuñiga, J. F. (2020). *Correlación de la calidad del sueño y carga académica en estudiantes de medicina de la Universidad El Bosque, Colombia 2019*. Repositorio Universidad El Bosque.
- Mora, F. (2021). *Neuroeducación - Solo se puede aprender aquello que se ama* (3ra ed.). Alianza Editorial.
- Mueller, S., Wang, D., Fox, M. D., Yeo, B. T., Sepulcre, J., Sabuncu, M. R., . . . Liu, H. (2013). Individual variability in functional connectivity architecture of the human brain. *Neuron*, 77(3), 586-595. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.12.028>
- National Institute of Health. (1 de Octubre de 2018). *What are some different areas of neuroscience?* <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/neuro/conditioninfo/areas>
- Nieuwenhuys, R., Donkelaar, H. J., & Nicholson, C. (1998). *The central nervous system of vertebrates* (1ra ed., Vol. 1). Springer-Verlag.

- Organización Mundial de la Salud. (9 de Diciembre de 2020). *Las 10 principales causas de defunción*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Organización Mundial de la Salud. (8 de Enero de 2021). *Salud del adolescente y el joven adulto*. Organización Mundial de la Salud. [www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions)
- Papalia, D. E., & Martorell, G. (2017). *Desarrollo humano* (13a ed.). McGraw Hill Education.
- Pérez, L., Guirola, J., García, Y., Díaz, A., Mastrapa, H., & Torres, J. R. (2019). Nivel de conocimientos sobre los daños del consumo de drogas en adolescentes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(4).
- Phillips, B., Hajela, R., & Hilton JR., D. L. (2015). Sex addictions as a disease: Evidence for assessment, diagnosis, and response to critics. *The Journal of Treatment & Prevention*, 22(2), 167-192. <https://doi.org/10.1080/10720162.2015.1036184>
- Prado, E. L., & Dewey, K. G. (2014). Nutrition and brain development in early life. *Nutrition Reviews*, 72(4), 267-284. <https://doi.org/10.1111/nure.12102>
- Prus, A. (2020). *Drugs and the neuroscience of behavior: An introduction to psychopharmacology*. SAGE Publications.
- Ramos-Galarza, C. (2017). El resurgir de la neurociencia ecuatoriana: La revista ecuatoriana de neurología. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 26(3), 187-190.
- Redolar, D. (2013). *Neurociencia cognitiva*. Panamericana.
- Robinson, M. J., Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (2013). Incentive salience and the transition to addiction. En P. M. Miller, *Biological Research on Addiction* (Vol. 2, págs. 391-399). Academic Press.
- Ruckh, J. M., Zhao, J., Shadrach, J. L., van Wijngaarden, P., Rao, T., Wagers, A. J., & Franklin, R. (2012). Rejuvenation of regeneration in the aging central nervous system. *Cell Stem Cell*, 10(1), 96-103. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2011.11.019>
- Salazar, J. L. (2016). La controversia sobre la sede del alma en la antigüedad. *Boletín Científico Sapiens Research*, 6(2), 20-28.
- Santesteban, T. B., Borrás, A. R., & Domínguez, M. L. (2017). Adolescentes: razones para su atención. *Correo Científico Médico de Holguín*, 21(3), 858-875.
- Saravanapandian, V., Sparck, E. M., Cheng, K. Y., Yu, F., Yaeger, C., Hu, T., & Ge, W. (2019). Quantitative assessments reveal improved neuroscience engagement and learning through outreach. *Journal of Neuroscience Research*, 97(9), 1153-1162.

- Serra, M. Á. (2020). Las enfermedades crónicas no transmisibles y la pandemia por COVID-19. *Revista Finlay*, 10(2), 78-88.
- Snell, R. S. (2010). *Clinical neuroanatomy* (7ma ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Solinas, M., Belujon, P., Fernagut, P. O., Jaber, M., & Thiriet, N. (2019). Dopamin and addiction: What have we learned from 40 years of research. *Journal of Neural Transmission*, 126, 481-516.
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The Basics of Brain Development. *Neuropsychology Review*, 20, 327-348. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9148-4>
- Telzer, E. H., Goldenberg, D., Fuligni, A. J., Lieberman, M. D., & Gálvan, A. (2015). Sleep variability in adolescence is associated with altered brain development. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 14, 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.05.007>
- Terem, A., Gonzales, B. J., Peretz-Rivlin, N., Ashwal-Fluss, R., Bleistein, N., Reus-Garcia, M., . . . Citri, A. (2020). Claustal neurons projecting to frontal cortex mediate contextual association of reward. *Current Biology*, 30(18), 3522-3532.
- Universidad de Chile. (Enero de 2021). *Instituto de neurociencia biomédica (BNI)*. Facultad de Medicina Universidad de Chile. <http://www.medicina.uchile.cl/investigacion/institutos-y-centros/instituto-de-neurociencia-biomedica>
- Universidad Internacional del Ecuador. (2021). *Equipo de investigación en neurología, neurocirugía y neuroimagen: "NeurALL research group"*. UIDE. <https://www.uide.edu.ec/equipo-de-investigacion-en-neurologia-neurocirugia-y-neuroimagen-neurall-research-group/#1605700443459-224d0ac8-6a7c>
- Universidad San Francisco de Quito. (2021a). *Informe de resultados - Neurotransmission (2020 - 2021)*. USFQ Vinculación con la Sociedad.
- Universidad San Francisco de Quito. (2021b). *Instituto de neurociencias*. USFQ. <https://www.usfq.edu.ec/en/institute/instituto-de-neurociencias>
- University of California, Davis. (8 de May de 2021). *Research levels*. Center for Neuroscience. <https://neuroscience.ucdavis.edu/research-levels>
- Valerio, G., Jaramillo, J., Caraza, R., & Rodríguez, R. (2016). Principios de neurociencia aplicados en la educación universitaria. *Formación Universitaria*, 9(4), 75-82.
- Vargas, J. A. (2015). Promoción de la salud mental. *Psyconex*, 11(7).
- Volkow, N. D., & Boyle, M. (2018). Neuroscience of addiction: Relevance to prevention and treatment. *The American Journal of Psychiatry*, 175(8), 729-740. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2018.17101174>

- Volkow, N. D., Michaelides, M., & Baler, R. (2019). The neuroscience of drug reward and addiction. *Physiological Reviews*, *99*(4), 2115-2140. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2018>
- Wang, Y., Ji, X., Leak, R. K., Chen, F., & Cao, G. (2017). Stem cell therapies in age-related neurodegenerative diseases and stroke. *Ageing Research Reviews*, *34*, 39-50. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.11.002>
- Wilcox, C. E., & Eck, M. J. (2021). Neurobiology and cognitive neuroscience of substance use disorders. En C. E. Wilcox, *Food Addiction, Obesity, and Disorders of Overeating* (págs. 99-108). Springer.
- Wilson-Pauwels, L., Akesson, E., Stewart, P., & Spacey, S. (2002). *Cranial nerves in health and disease* (3ra ed.). BC Becker.
- Xu, A., & Kosten, T. R. (2021). Current status of immunotherapies for addiction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1489*(1), 3-16. <https://doi.org/10.1111/nyas.14329>

## REFLEXIÓN PERSONAL

Es increíble el hecho de haber llegado tan lejos. La tesis es el paso final para obtener tu título, graduarte y demostrar lo que aprendiste a lo largo de la carrera. Lo más lindo de esta tesis fue haber compartido con mi grupo, con el cual tuvimos una excelente comunicación y un excelente trabajo en equipo. He escuchado que muchos grupos tienen problemas, que no se ponen de acuerdo en ciertas cosas o que muchas veces se atrasan en la entrega o el avance de la tesis. Por suerte en mi grupo todo fue armonioso. Por ejemplo, yo no soy una persona muy creativa, no se me ocurren muchas ideas, pero el trabajo en equipo ayudó a que las ideas fluyan y se complementen.

Me encantó que hayamos podido escoger el tema de la tesis que queríamos realizar, y a partir de eso desarrollar nuestro propio proyecto, ya que de esa forma ayudamos a solucionar un problema que en mi caso fue incentivar el interés y el estudio de la neurociencia.

Algo que a mí me cuesta un montón a parte de la creatividad, es las normas APA. A lo largo de la carrera y en repetidas ocasiones nos han enseñado el uso correcto de estas normas, sin embargo, es algo que se me hace complicado y me toca estar revisando para no cometer errores. En la clase del Proyecto Integrador Psi, tuvimos el apoyo de dos profesoras expertas en este tema, nos dieron las herramientas y la ayuda necesaria para poder realizar bien la parte de las citas.

Por último, al final de la carrera caí en cuenta de que pude haber aprendido mucho más, que hay materias que probablemente en un futuro no recuerde muy bien, pero otras que en verdad me marcaron. Por esta razón, me hubiera gustado tener una mayor retroalimentación por parte de los profesores, ya que de esa forma uno se engancha más con la materia. Me ha tocado

profesores que no se toman el tiempo de revisar los deberes, que no cumplen con el syllabus, que entregan las notas al final del semestre y que no muestran mucha importancia en si los alumnos aprendieron o no. También hay profesores muy buenos, que te acompañan en tu camino universitario, que disfrutan del proceso de aprendizaje de los alumnos, que cuando necesitan dar una buena retroalimentación, lo hacen con el fin de ayudar al crecimiento del estudiante. Espero que la calificación a los maestros ayude a detectar este tipo de situaciones para poder mejorar.