Imagen que contiene dibujo, señal

Descripción generada automáticamenteUNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA

**“Método de estimación del índice de Auto regulación Cerebral** **utilizando SVM”**

Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Civil en Computación e Informática.

**Profesor Guía: Claudio Henríquez Berroeta**

**Ivan Fernando Smith Jiménez**

**SANTIAGO – CHILE**

**2020**

Imagen que contiene dibujo, señal

Descripción generada automáticamenteUNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA

**“Método de estimación del índice de Auto regulación Cerebral** **utilizando SVM”**

Memoria preparada bajo la supervisión de la comisión integrada por los profesores:

**Claudio Henríquez Berroeta**

**<NOMBRE PROFESOR INFORMANTE 1>**

**<NOMBRE PROFESOR INFORMANTE 2>**

Quienes recomiendan que sea aceptada para completar las exigencias del Título de Ingeniero Civil en Computación e Informática.

**SANTIAGO – CHILE**

**2020**

RESUMEN

El resumen contempla una breve descripción de lo que se desarrolló en el proyecto, idealmente no más de una página.

Al finalizar el resumen se deben poner las palabras claves consideradas en el proyecto.

Palabras Claves: <Palabra clave 1>, <Palabra clave 2>, …, <Palabra clave n>.

TABLA DE CONTENIDOS

[RESUMEN ii](#_Toc42767417)

[TABLA DE CONTENIDOS iv](#_Toc42767418)

[LISTA DE TABLAS vi](#_Toc42767419)

[LISTA DE FIGURAS ix](#_Toc42767420)

[INTRODUCCIÓN 1](#_Toc42767421)

[1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2](#_Toc42767422)

[1.1 OBJETIVOS 2](#_Toc42767423)

[1.1.2 Objetivo General 2](#_Toc42767424)

[1.1.3 Objetivos Específicos 2](#_Toc42767425)

[1.2 SOLUCIONES PROPUESTAS 3](#_Toc42767426)

[1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES 3](#_Toc42767427)

[1.1.4 Alcances 3](#_Toc42767428)

[1.1.5 Limitaciones 3](#_Toc42767429)

[2 MARCO TEÓRICO 4](#_Toc42767430)

[3 ESTADO DEL ARTE 5](#_Toc42767431)

[4 DESARROLLO Y RESULTADOS 6](#_Toc42767432)

[5 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 7](#_Toc42767433)

[BIBLIOGRAFÍA 8](#_Toc42767434)

**LISTA DE TABLAS**

**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**

**LISTA DE FIGURAS**

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la ciencia es capaz de otorgar facilidades que permiten visualizar diversas enfermedades en los seres humanos, la capacidad de descubrimiento en diferentes áreas y el incremento exponencial que poseen las maquinas hoy en día en relación al cómputo de información, hacen posible la utilización de herramientas para la detección de patologías o simplemente conocer el estado de salud de una persona.

En muchas ocasiones estas herramientas ya mencionadas, si bien poseen una gran exactitud en los resultados, para realizar análisis más complejos dentro del cuerpo humano como son las biopsias, exámenes relacionados con diferentes sistemas como respiratorio, digestivo, endocrino, nervioso, entre otros, es que se incurre a procedimientos más invasivos lo que con lleva a una desestabilización dentro del cuerpo humano, ya que se manipula de manera directa con órganos que pueden verse comprometidos mediante elementos usados en aquellos procedimientos o la interacción de sustancias o radiaciones que pueden alterar la composición y llevar a ocasionar enfermedades o deterioros, tanto a corto como a largo plazo.

En base a lo anterior, el sistema de autorregulación provee la capacidad de mantener un equilibrio constante en el flujo de sangre, lo que permite diversos funcionamientos físicos y cognitivos dentro del organismo, es por esto que la importancia de analizar el índice que contribuye al conocimiento del estado actual en el que se encuentra tal flujo dentro un ser humano, toma tanta relevancia hoy en día, ya que a pesar de todos los descubrimientos científicos hasta la fecha, aun no se logra encontrar una manera menos invasora en relación a los procedimientos ya existentes.

La obtención mediante un modelo de aprendizaje automático basado en una tasa de error inferior a los modelos existentes hoy en día, será el objetivo a cumplir, en base al análisis del estado del arte, comparaciones y contrastes con variables utilizadas en diversos modelos pertenecientes al mundo de la neurología e interpretaciones mediante las iteraciones que se realicen día a día. El uso de algoritmos de aprendizaje automático, tendrán una implicancia en los efectos de esta investigación, en este caso será utilizado SVM o Maquinas de vectores de soporte, correspondiente a un conjunto de algoritmos para resolver problemas tanto de clasificación como de regresión.

El proyecto cumple con la labor de contribuir a una problemática existente en la ciencia, como es la obtención de métodos menos invasivos para poder establecer un índice de autorregulación cerebral, que pueda indicar el estado actual en el cual se encuentra el flujo sanguíneo dentro del sistema cerebral y como estos resultados podrían influir en la toma de decisiones en base a los cuidados que un agente deba tener.

Mediante las fuentes de información, se obtendrán datos para ser expuestos y comparados de diversos científicos, los cuales juegan un papel determinante en el presente trabajo investigativo cumpliendo el rol de participantes claves, para poder realizar todos los objetivos que se plantean.

Se espera conseguir resultados eficaces, con tasa de errores mínimas para poder representar y evaluar de una mejor manera este ARI y no continuar utilizando equipamientos que inducen a un deterioro en la salud de las personas.

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se conoce, la complejidad que posee el cerebro aún no está establecida mediante parámetros, ya que siempre se descubren nuevos elementos que cambian los paradigmas que enfrentan los especialistas del área neurológica. Si bien la tecnología ha contribuido a un avance en cuanto a las mediciones de diversas variables dentro del comportamiento cerebral, la determinación sobre si estos componentes al proveer información presentan ciertas incongruencias, aún están en velo. Por esta razón es que los científicos hacen hincapié en el estudio del sistema cerebral en conjunto con sus subsistemas, para comprender de forma efectiva los diversos padecimientos que pueda contraer una persona.

El Sistema de Autorregulación Cerebral (SAC) permite el correcto funcionamiento del flujo sanguíneo al presentarse diversos cambios de presión en la circulación arterial de la sangre. Su función principal consiste en la modificación de los diámetros de las paredes de los vasos sanguíneos, para establecer un constante flujo de sangre durante esta respectiva circulación. Este proceso posee una alta reactividad vascular, lo que con lleva a una emisión de energía espontánea y de gran nivel, esto produce que la importancia y sincronización que posea este sistema al momento de entregar una constante y prolongada circulación de la sangre al interior del cerebro, sea tan relevante para todas las funciones que posee el sistema nervioso. *(Ortiz-Prado, Banderas* *León, Unigarro y Santillán, 2018)*

El estado del conjunto de funciones que conforman al SAC convergen hacia ciertos síntomas en el caso que la autorregulación no se realice de buena manera, lo que conllevaría a diversas enfermedades que sea han demostrado como Fibromialgia en donde se presentan dolores crónicos en los tejidos blandos del cuerpo humano y en los músculos, Accidentes cerebrovasculares, Alzhéimer, entre otros. Por esta razón es la importancia de encontrar un punto exacto que permita analizar de una forma simple esta regulación.

Para conocer el comportamiento de este sistema, es que se utiliza el Índice de Autorregulación Cerebral (ARI), variable que permite establecer si se está comportando de forma positiva o negativa el SAC. Su representación se expresa mediante un rango de números en donde mientras vaya aumentando tal variable, se considera como un buen comportamiento. Existen otras variables que definen este índice como la velocidad del flujo sanguíneo, que representa la velocidad a la que atraviesa una cantidad determinada de sangre en un periodo especifico, y la presión arterial, indicada como la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de los vasos sanguíneos. La variación de estas dos variables representa un cambio continuo en el denominado índice de autorregulación. *(Chacón, M. Jara, JL and Panerai, 2014)*

Siguiendo con lo anterior, existen variables externas e internas que involucran una relación directamente proporcional al funcionamiento de este flujo, los cuales han sido aplicados a diversos modelos para comprender la forma en que actúa este sistema y así abarcar ciertos parámetros para tomar resguardos en relación a los resultados obtenidos de cada paciente. Como se mencionó al principio, el nivel de conocimiento que se posee actualmente en el siglo XXI es amplio en comparación a la información que se manejaba hace unos 30 años[[1]](#footnote-1), sin embargo, la complejidad que posee el cerebro no permite validar completamente estos sistemas implantados en el área de salud.

Por consiguiente, la única forma de demostrar el estado real en el cual se encuentra este sistema, se basa en equipamientos clínicos, que muestran ciertos parámetros como se nombró anteriormente, presión arterial, velocidad del flujo sanguíneo, niveles de sístole y diástole, entre otros, con gran eficacia pero a la misma vez con métodos muy invasivos para el estado de salud de diversas personas, por lo que es difícil ir monitoreando constantemente a alguien, ya que podría afectar tanto a corto como a largo plazo al individuo.

Haciendo referencia a puntos anteriores, efectivamente existen métodos creados por científicos, basados en cálculos matemáticos a través de herramientas de análisis, que consiguen establecer tal índice de una manera menos invasiva que los equipamientos clínicos, y ayudan a contribuir a la ciencia de la neurología. El problema se destaca, en la poca efectividad o gran tasa de error que puedan poseer esos modelos, ya que utilizan datos de entrenamiento que pueden ir variando con el tiempo y a la larga representar generacionales que no siempre son las más adecuadas, dependiendo del contexto y del agente que será analizado. *(Chacón, Jara JL. N. Varas, N. and Panerai, RB, 2014)*

Es por aquello que el enfoque que tendrá el presente trabajo de investigación, será conseguir mediante un estudio deductivo, un método más realista para la obtención del índice de autorregulación cerebral y así poder determinar el estado actual de la persona, como también ir verificando si existen cambios en el sistema nervioso, en cuanto al flujo de sangre que entra y sale del cerebro, con el objetivo de poder prevenir y ayudar a las personas que lo necesiten. Por esta razón es que, mediante un modelo, se tratara de representar este ARI, basado en modelos anteriores y reduciendo la tasa de error que existe actualmente, a través de un estudio justificado en donde se presentaran ciertas aristas que comprometen a una correcta evaluación de este índice tan relevante.

## OBJETIVOS

Para llevar a cabo el proyecto planteado se definen los siguientes objetivos.

### Objetivo General

Crear un modelo de estimación mediante algoritmo de Maquina de vectores de soporte (SVM) para la obtención del Índice de Autorregulación Cerebral.

### Objetivos Específicos

1. Reconocer la función que tiene el Sistema de autorregulación Cerebral y el Índice de Autorregulación.
2. Identificar variables que afectan directamente al Sistema de Autorregulación cerebral.
3. Comparar modelos existentes hasta la fecha actual.
4. Definir un modelo de aprendizaje automático para la obtención de ARI.
5. Interpretar los modelos de aprendizaje para un correcto ajuste en la obtención del Índice de Autorregulación Cerebral.

## **SOLUCIONES PROPUESTAS(¿?)**

Acá se deben plantear al menos 3 alternativas de solución que puedan resolver el problema, al menos una de ellas de plantear el uso de tecnologías.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

### Alcances

La investigación responderá al descubrimiento de un nuevo modelo para la obtención del Índice de Autorregulación Cerebral utilizando un algoritmo de aprendizaje supervisado, que otorgará resultados diferentes a los modelos ya planteados, por la utilización de Support Vector Machine el cual resuelve problemas sin ningún inconveniente de clasificación y regresión dentro de un conjunto de datos. Esto para contribuir de manera positiva a la disminución de la tasa de errores que existe actualmente en los diferentes modelos aplicados en base a otros algoritmos de aprendizaje. Si bien, el trabajo finaliza en la creación de un modelo predictivo, la posible continuación de este proyecto, implicara mayores avances en cuanto a los elementos que se utilicen en el presento trabajo, es por esto que se delimita el estudio hasta conseguir interpretaciones claras y concisas, sobre los resultados que se obtengan, cumpliendo tanto con los objetivos específicos como generales.

### Limitaciones

En consecuencia, al realizar siempre una investigación que implique el descubrimiento de nuevos conocimientos, las limitantes en base al entorno que rodea a este trabajo constituirán una forma de visualizar de qué manera se van a plantear los objetivos y que información se tiene al respecto del tema principal. En este caso, los datos juegan un rol importante, adquiriendo la labor de ser procesados para un correcto manejo de información y para la obtención de conocimientos en cuanto a la utilización de métodos más exactos dentro de esta ciencia y menos dañinos. Dicho lo anterior, la variabilidad de los datos en conjunto con las características que posean las personas, serán determinantes a la hora de representar los resultados ya que si bien se puede realizar una correcta transformación y limpieza del conjunto de datos, aspectos como la calidad de vida de la persona, estado de salud actual o simplemente el hecho de poseer una capacidad física superior a la otra, implica que la generalización se verá afectada, por ende el modelo sufrirá efectos adversos, y por consiguiente se debe tener total cuidado al interpretar cada una de estas variables.

# MARCO TEÓRICO

Basado en el conocimiento necesario para cumplir con los objetivos planteados, es de suma relevancia hacer énfasis en cada uno de los tópicos a analizar con el fin de poder esclarecer cada aspecto que será de ayuda para notar el comportamiento intrínseco del modelo a desarrollar por parte del alumno.

Los puntos más importantes tendrán que ver con la descripción del sistema de autorregulación cerebral indicando función y características, índices de autorregulación cerebral, enfermedades comprometidas para notar el impacto del estudio presente, algoritmos de aprendizaje automáticos haciendo hincapiés en support vector machine y finalmente metodología a utilizar.

El sistema de autorregulación cerebral compromete una serie de funciones referidas al constante flujo de sangre en movimiento, permitiendo que este proceso se vaya adaptando mediante el cambio continuo de los vasos sanguíneos en relación a los cambios del diámetro que estos posean permitiendo de tal manera el ingreso de sangre en diferentes cantidades para continuar con un correcto funcionamiento que involucra muchas veces funciones cognitivas como físicas, mencionadas anteriormente.

El índice de autorregulación cerebral, corresponde al elemento principal de esta investigación, ya que permite establecer el comportamiento actual de la regulación sanguínea cerebral, esclareciendo ciertas aristas o patologías que posiblemente el agente pueda tener en momentos específicos.

Las enfermedades dan cuenta del impacto que puede tener el descubrimiento de un nuevo método científico que facilite el conocimiento de un comportamiento anómalo dentro del mismo organismo, con el fin de poder prevenir ciertas patologías o enfermedades que la persona pueda poseer, independiente de factores externos o internos que existan.

Los algoritmos de aprendizaje automático serán los responsables del cumplimiento de los objetivos, teniendo en cuenta que la capacidad de cómputo y procesamiento que se les aplique a los datos a analizar, tendrán que poseer ciertos patrones para identificar un comportamiento y realizar un análisis posterior que ayude a establecer parámetros para la creación de un modelo más exacto en la obtención de un índice de autorregulación cerebral.

La metodología a utilizar establecerá las aristas y pasos a seguir para el cumplimiento de una correcta investigación, con el fin de poder trabajar de una manera más ordenada y sistemática que facilite la obtención del objetivo a cumplir.

## SISTEMA DE AUTOREGULACION CEREBRAL

## INDICE DE AUTOREGULACION CEREBRAL

## ENFERMEDADES COMPROMETIDAS

## ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMATICO

## SUPPORT VECTOR MACHINE

## METODOLOGIA

La metodología de investigación será utilizada para cumplir con los objetivos planteados, empleando dos enfoques fundamentales, el enfoque cualitativo y enfoque cuantitativo, recalcando que este último será utilizado en la presente investigación.

Trabajar de una forma planificada y constante dependerá de cómo se establezcan los estándares de trabajo, por aquello que la metodología de investigación conlleva una serie de características que la hacen relevante para la ejecución de un plan de trabajo que involucre elementos tangibles y superficiales. El campo del conocimiento y la abstracción de información fundamentan un buen desarrollo investigativo. El objetivo de investigar es conseguir conocimiento en base a la búsqueda de respuestas de problemas empíricos y contribuir a la realidad de las ciencias para producir diversos cambios o mejoras dentro de este entorno. *(Sampieri, Fernández Collado, C., & Baptista,* *2010)*

Esta metodología posee un paradigma basado en una fundamentación epistemológica, instrumentos o técnicas que contribuyen al objeto de estudio y diseños metodológicos.

## Enfoque Cuantitativo

Esta metodología hace referencia a una investigación empírica-deductiva que indaga mediante datos reales, generalmente variables estadísticas que pueden responder a preguntas específicas. Los datos que se recolecten deben ser medibles, observables y documentados, además de poseer un origen estandarizado. El estudio debe ser lo más objetivo posible, obviando tendencias de personas o del propio investigador, para así generalizar resultados y encontrar patrones relevantes.

|  |
| --- |
|  |
| *Figura 1: Proceso del enfoque cuantitativo. (Sampieri, Fernández Collado, C., & Baptista, 2010)* |

Los pasos a seguir son:

1. Plantear una idea a investigar, además de conocer fuentes que inspiren aquella investigación.
2. Planteamiento del problema. Se establecen los objetivos de la investigación, se desarrollan preguntas y se evalúan las deficiencias en el conocimiento del problema.
3. Revisión de estado del arte y desarrollo de Marco teórico. Se obtiene información actual de la investigación a realizar y se construye el marco teórico.
4. Visualización del alcance de estudio. Se define la investigación y el alcance.
5. Elaboración de Hipótesis y definición de variables. Formulación de hipótesis de la investigación si se considera conveniente y decisión de variables de la hipótesis.
6. Desarrollo del diseño de investigación. Definir cuál es el tipo de diseño más apropiado para esta investigación, esto de acuerdo con el planteamiento del problema e hipótesis planteada.
7. Definición y selección de la muestra. Aplicar el procedimiento de selección mediante una muestra para la investigación, esto conlleva revisar el tamaño de la muestra requerido.
8. Recolección de los datos. Definición de la forma en que se recolectaran los datos de acuerdo con las etapas previas de la investigación, aplicando métodos o instrumentos para la codificación y obtención de estos.
9. Análisis de los datos. Se decide la forma de analizar los datos para realizar una interpretación mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas, luego preparar los resultados para ser presentados.
10. Elaboración del reporte de resultados. Seleccionar el tipo de reporte a presentar, para elaborar una presentación de la información deducida.

# **ESTADO DEL ARTE**

El estado del arte hace referencia al estado de la literatura al día de hoy, respecto de soluciones que guarden relación con la propuesta planteada, fundamentando y diferenciando la solución particular propuesta.

# DESARROLLO Y RESULTADOS

En la etapa de desarrollo, debe exponer todo el trabajo realizado asociado a la aplicación de la metodología propuesta, puede proponer los capítulos que estime necesarios para ordenar el desarrollo, el cual puede estar asociado a las etapas de la metodología o la forma que estime mejor la separación de unidades.

# INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos se debe realizar un análisis de éstos, acá debe interpretar los resultados y exponer un análisis de éstos.CONCLUSIONES

Por último se debe concluir respecto de los resultados obtenidos, en donde se puede orientar en el cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chacón, M. Jara JL, Panerai RB (2014) A New Model-Free Index of Dynamic Cerebral Blood Flow Autoregulation. PLoS ONE 9(10): e108281. doi:10.1371/ journal. pone.0108281.
2. Czosnyka, Marek, PhD; Smielewski, Piotr, PhD; Lavinio, Andrea, MD; Pickard, John D., FMedSci; Panerai, Ronney, PhD† An Assessment of Dynamic Autoregulation from Spontaneous Fluctuations of Cerebral Blood Flow Velocity: A Comparison of Two Models, Index of Autoregulation and Mean Flow Index, Anesthesia & Analgesia: January 2008 - Volume 106 - Issue 1 - p 234-239 doi: 10.1213/01.ane.0000295802.89962.13.

1. Chacón, M. Jara, JL and Panerai, RB. “A New Model-Free Index of Dynamic Cerebral Blood

Flow Autoregulation”, PLoS One, 9:10, 2014. http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0108281.

1. Chacón, M. Jara JL. N. Varas, N. and Panerai, RB. “Analysis of the influence of systemic and intracranial pressure in patients with severe head injury using linear and non-linear models” IFMBE Proceedings, Vol. 49. 2015. (SCOPUS)
2. D. Nikolić, A. A. Birch, R. B. Panerai and D. M. Simpson, "Assessing cerebral blood flow control from variability in blood pressure and arterial CO2 levels," 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Milan, 2015, pp. 1785-1788, doi: 10.1109/EMBC.2015.7318725.
3. Sebastian Schlag, Matthias Schmitt, Christian Schulz. (28 Jan 2020). Faster Support Vector Machines. Machine Learning, 1, 25. 7 may 2020, De Cornell University Database.
4. Michael Banf. (12 Feb 2019). Learning Theory and Support Vector Machines. Article, 1, 6. 08 May 2020, De Cornell University Database.
5. Penny Eames, Penelope J. Eames, Melanie J. Blake, Ronney B. Panerai, John F. Potter, Cerebral autoregulation indices are unimpaired by hypertension in middle aged and older people: , American Journal of Hypertension, Volume 16, Issue 9, September 2003, Pages 746–753, https://doi.org/10.1016/S0895-7061(03)00947-6
6. Kontos, H. A. (1989). Validity of cerebral arterial blood flow calculations from velocity measurements. *Stroke*, *20*(1), 1-3.
7. Panerai, R.B. Cerebral Autoregulation: From Models to Clinical Applications. Cardiovasc Eng 8, 42–59 (2008). https://doi.org/10.1007/s10558-007-9044-6
8. R. B. Panerai, A. W. R. Kelsall, J. M. Rennie and D. H. Evans, "Analysis of cerebral blood flow autoregulation in neonates," in IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 43, no. 8, pp. 779-788, Aug. 1996, doi: 10.1109/10.508541.
9. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación.
10. Esteban Ortiz-Prado, Alfredo Banderas León, Luis Unigarro y Pablo Santillán. (2018). Oxigenación y Flujo Sanguíneo Cerebral, Revisión Comprensiva de la Literatura. En Revista Ecuatoriana de Neurología (10). Ecuador: S.E.N.

1. Revista Tendencias Científicas, Artículo “Complejidad de nuestro cerebro tiene su lado oscuro”, 2019. [↑](#footnote-ref-1)