

**Modelo Basado en Procesamiento de Lenguaje Natural para el Diseño de Programas
Académicos Asistido por Computador Factor 1: Denominación del Programa**

Diego Fernando Calero Velasco

Asesor

Darío J. Delgado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencia Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Maestría en Gestión de Tecnología de Información

2023

Agradecimientos

A Dios primeramente por darnos la vida. A mi familia por apoyarme en este proceso de la maestría.

Agradecimiento especial a la LACCEI por la publicación del artículo en modo “Work-in-progress” denominado “*Modelo basado en Procesamiento de Lenguaje Natural para el diseño de programas académicos asistido por computador*”, producto de este proyecto. Este artículo que fue presentado en la veintava versión de la LACCEI 2022 que se llevó a cabo en la FAU (Florida Atlantic University) en Boca Ratón, Florida, EE. UU.

Agradecimiento a los tres expertos consultados (profesora Diana Cardona, profesor Sixto Campana y profesor Albeiro Cuestas) por su participación en la validación del modelo basado en procesamiento de Lenguaje Natural para el diseño de programas académicos asistidos por computador factor 1: denominación del programa a través de la rúbrica de evaluación.

Agradecimiento a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, especialmente a la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería y al programa de Maestría en Gestión de Tecnología de la Información.

Resumen

En este trabajo se presenta la creación de un modelo asistido por computador basado en NLP (por sus siglas en español Procesamiento del Lenguaje Natural), el cual es una rama del Aprendizaje de Máquinas (o conocido en inglés como Machine Learning), para el diseño de perspectivas y sugerencias de entrada en la asistencia para la creación de programas académicos. Este trabajo contempla la asistencia por computador en la generación de perspectivas para a la toma de decisiones en el factor 1 el cual es la denominación del programa académico. Se resalta que, el proyecto es ajustable para incluir otros factores como la descripción del programa y línea de investigación del programa. Este modelo asistido por computador contempla la comparación, a través de librerías, de la tecnología NLP en lenguaje de programación de Python, y de la obtención de información de múltiples referentes académicos del ámbito nacional y del ámbito internacional, sobre programas doctorales existentes. Posterior a la comparación de las fuentes de información, las librerías de NLP arrojan datos y a través de librerías utilizadas para graficar, éstas realizan gráficas para determinar en cuadrantes en un plano cartesiano, con el fin de que el diseñador pueda realizar un análisis comparativo que sea consistente a la información suministrada de los referentes académicos.

Como resultado del trabajo propuesto, se obtuvo un modelo computacional basado en NLP que genera sugerencias semiautomáticamente a través de la interpretación manual de gráficas para la asistencia en la denominación del programa en el marco de la creación de programas académicos doctorales basados en programas doctorales actualmente existentes del ámbito nacional e internacional.

En este trabajo se desarrolló un modelo basado en lenguaje natural que permite la detección de perspectivas y sugerencias en documentos para la toma de decisiones, en concreto en este trabajo se buscó abordar una problemática relacionada con la determinación de la

denominación de un programa académico doctoral, para ello se empleó el procesamiento del lenguaje natural para el soporte de toma de decisiones, gracias a esto se pudo obtener un método que permite llegar a ciertas sugerencias, libres de sesgo que permite a los diseñadores de los programas académicos basarse en algunos elementos estratégicos para la definición del nombre de los programas.

El propósito principal del proyecto es dar diferentes perspectivas a los diseñadores, sobre las diferentes denominaciones de los nombres de los programas académicos, con el objetivo de que ellos tengan una entrada adicional con evidencia documental nacional e internacional para tomar unas decisiones sobre la denominación de un programa académico.

El proyecto se enmarca en las mejores prácticas para el desarrollo y creación de nuevos programas académicos que las instituciones puedan ofertar en el mediano y largo plazo. Como es de conocimiento general, la educación va avanzando y evolucionando según factores investigativos y de la industria. Y las instituciones en su camino a la excelencia debe siempre estar a la vanguardia en educación respecto a lo que está pasando en el mundo. Es por esto, que existe la necesidad de que las instituciones contemplen y tengan un RoadMap definido sobre sus nuevos programas doctorados que potencialmente pueda liberar en un futuro después de realizar un exhaustivo estudio y aprobaciones por los entes territoriales.

Palabras clave: Aprendizaje de Máquinas, Librería NLP de Python, Programas Académicos Doctorales, Asistencia Computacional, Denominación de Programas.

Abstract

This paper presents the creation of a computer-assisted model based on NLP (Natural Language Processing), which is a branch of Machine Learning, for the design of insights and input suggestions in assisting in the creation of academic programs. This work contemplates computer assistance in the generation of perspectives for decision-making in factor 1, which is the name of the academic program. It is highlighted that the project is adjustable to include other factors, such as the description of the program and the program's line of research. This computer-assisted model contemplates the comparison, through libraries, of the NLP technology in the Python programming language, and the obtaining of information from multiple academic references at the national and international levels, on existing doctoral programs. After the comparison of the sources of information, the NLP libraries provide data, and through the libraries used for graphing, it is making graphs to determine quadrants in a Cartesian plane, so that the designer can carry out a comparative analysis that is consistent with the information provided by academic referents.

As a result of the proposed work, a computational model based on NLP was obtained that generates suggestions semi-automatically through the manual interpretation of graphs for assistance in the name of the program within the framework of the creation of doctoral academic programs based on currently existing doctoral programs, at the national and international level.

In this work, a model based on natural language was developed that allows the detection of perspectives and suggestions in documents for decision-making. Specifically, this work sought to address a problem related to the determination of the name of a doctoral academic program, for this, natural language processing was used to support decision-making, thanks to this, it was possible to obtain a method that allows reaching certain suggestions, free of bias that

allows designers of academic programs to base themselves on some strategic elements to the definition of the name of the programs.

The main purpose of the project is to give designers different perspectives on the different denominations of the names of the academic programs, with the objective that they have additional input with national and international documentary evidence to make decisions about the denomination of an academic program.

The project is part of the best practices for the development and creation of new academic programs that institutions can offer in the medium and long term. As is common knowledge, education is advancing and evolving according to research and industry factors. And institutions on their path to excellence must always be at the forefront of education regarding what is happening in the world. This is why there is a need for institutions to contemplate and have a defined RoadMap on their new doctoral programs that can potentially be released in the future after carrying out an exhaustive study and approvals by the territorial entities.

Keywords: Machine Learning, Python NLP Library, Doctoral Academic Programs, Computer Assistance, Program Naming.

Tabla de Contenido

Introducción.....	11
Planteamiento del Problema	13
El Procesamiento de Lenguaje Natural y la Definición de la Denominación de Programas Académicos	14
Escenario del Planteamiento del Problema	14
Justificación.....	17
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivo Especifico	18
Marco Teórico	19
Procesamiento del Lenguaje Natural.....	20
Aplicaciones del Procesamiento del Lenguaje Natural	23
Descripción del Procesamiento del Lenguaje Natural.....	23
Componentes del Procesamiento del Lenguaje Natural	24
Similitud de Jaccard.....	27
Similitud de Coseno.....	28
Procesamiento del Lenguaje Natural en el Marco de la Toma de Decisiones	29
Diseño de la Solución.....	30
Mapa de Ejecución del Diseño de la Solución	41
Descripción de Cuadrantes para la Solución del Proyecto	45
Planteamiento y Desarrollo de la Solución del Proyecto	52
Paso 1: Programas Doctorales Nacionales	54
Paso 2: Programas Doctorales Internacionales.....	55
Paso 3: Obtención y Caracterización de Datos de Programas Nacionales e Internacionales....	55
Paso 4: Procesamiento de la Información.....	57

Preparación de Información.....	57
Revisión del Código del Motor NLP	60
Paso 5: Ejecución del Motor NLP	61
Paso 6: Interpretación de Gráficas Obtenidas.....	63
Paso 7: Resultado del Comparativo de los Nombres de los Programas Doctorales.....	65
Resultado del Comparativo de los Nombres de los Programas Doctorales en Cuadrantes...	67
Sugerencias y/o Perspectivas de la Denominación del Programa Académico Doctoral	68
Paso Extra: Resultado del Comparativo de las Descripciones de los Programas Doctorales ...	70
Resultado del Comparativo de la Descripción de los Programas Doctorales en Cuadrantes	72
Sugerencias y/o Perspectivas de Palabras que la Descripción del Programa Académico Doctoral Debería Incluir	75
Validación de Resultados Obtenidos en Relación con la Propuesta Presentada por la ECBTI	76
Evaluación por Juicio de Expertos	77
Conclusión de la Rúbrica de Evaluación del Experto Número Uno	78
Conclusión de la Rúbrica de Evaluación del Experto Número Dos.....	79
Conclusión de la Rúbrica de Evaluación del Experto Número Tres	81
Conclusiones.....	82
Análisis de la Dispersión	85
Referencias Bibliográficas.....	88

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Explicación del NLP gráficamente</i>	22
Figura 2 <i>Componentes del NLP</i>	24
Figura 3 <i>Contextualización del NLP</i>	26
Figura 4 <i>Intersección de dos conjuntos</i>	28
Figura 5 <i>Gráfica de similitud de coseno</i>	29
Figura 6 <i>Marco para la obtención de sugerencias y/o perspectivas mediante el uso NLP como soporte en la denominación de un programa académico</i>	33
Figura 7 <i>Imagen generada por librería Scattertext</i>	36
Figura 8 <i>Resultado ejercicio discurso demócrata versus republicado 2012</i>	37
Figura 9 <i>Interpretación de los resultados al comparar dos agrupaciones de texto utilizando Scattertext Plot</i>	39
Figura 10 <i>Guía para la definición de sugerencias y/o perspectivas de acuerdo con un Scattertext Plot</i>	41
Figura 11 <i>Mapa de ejecución para la solución del proyecto</i>	42
Figura 12 <i>Definición de Cuadrantes de resultados</i>	46
Figura 13 <i>Ejemplo de metodología investigación-acción</i>	52
Figura 14 <i>Diagrama de bloques del código del motor NLP</i>	62
Figura 15 <i>Gráfica del resultado del comparativo de los nombres de los programas doctorales</i> 65	
Figura 16 <i>Gráfica de resultado de los nombres de los programas doctorales en cuadrantes</i>	67
Figura 17 <i>Gráfica del resultado del comparativo de las descripciones de los programas doctorales</i>	71
Figura 18 <i>Gráfica del resultado del comparativo de la descripción de los programas doctorales en cuadrantes</i>	73
Figura 19 <i>ScatterText Plot para la comparación de programas de doctorado</i>	84
Figura 20 <i>Análisis de dispersión de términos en el conjunto de textos a analizar</i>	86
Figura 21 <i>Análisis de dispersión de términos en el conjunto de textos a analizar</i>	87

Lista de Tablas

Tabla 1 *Presentación de información en formato universidades nacionales*59

Tabla 2 *Presentación de información en formato universidades internacionales*60

Introducción

El Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP, por sus siglas en inglés) es una subdisciplina de la Inteligencia Artificial que se centra en la interacción entre las computadoras y los humanos a través del lenguaje. Con su avance constante, NLP ha demostrado ser una herramienta valiosa en diversas aplicaciones, desde la traducción automática hasta el análisis de sentimientos.

En este proyecto, se explora cómo el uso del NLP permite construir un modelo que genera sugerencias y/o perspectivas para nombrar programas académicos. Este modelo se basa en el análisis de datos de descripciones y nombres de programas previamente existentes, con el fin de generar sugerencias de nombres únicos y atractivos o emergentes para programas nuevos por medio de la interpretación de gráficas. A través de la implementación de técnicas de NLP, como la tokenización, la eliminación de stop-words y el modelado de tópicos, es posible mejorar la eficacia y eficiencia de este proceso de nombramiento de programas.

Específicamente, para este proyecto se utilizó el NLP en su forma de comparación de texto, con el fin de comparar la información proveniente de programas académicos que permita de forma semi automatizada obtener información relevante para la toma de decisiones respecto una eventual propuesta de un programa de formación. Este compara grandes volúmenes de información de universidades nacionales y extranjeras. Esta información posteriormente es procesada por un motor NLP. Este procedimiento posteriormente se transforma en diagramas en un plano cartesiano a través de librerías utilizadas para graficar y poder brindar una visualización de los resultados.

El problema relacionado que se abordó en este trabajo principalmente se deriva puntualmente de la determinación de la denominación de un programa académico doctoral en las

universidades. Usualmente, los diseñadores de programas académicos pueden tener cierta clase de información que les permite determinar cuál es el nombre que se le otorgará a un programa académico basado en ciertas reglas definidas por el ministerio de educación nacional. Sin embargo, lo que se buscó en este trabajo, es que el diseñador tuviera una herramienta adicional que le permitiera tener a la información relevante para la toma de decisiones a partir del análisis de los documentos utilizados para tal fin.

Planteamiento del Problema

Entre las condiciones de calidad para la creación o renovación de programas académicos, se encuentra la denominación de estos. Dicha denominación como tal busca la asignación de un nombre a los programas académicos, nombre que busca expresar los aspectos propios de una o varias disciplinas, teniendo en cuenta algunos elementos como, que el nombre tenga correspondencia con el título a otorgar, el nivel de formación, los contenidos curriculares del programa y el perfil de egreso.

Enfocando el esfuerzo en temas disciplinares relacionados con el conocimiento acumulado y en la prospectiva de el mismo, se busca poder asignar a los programas un nombre (y por supuesto lo que implica en su definición holística como programa) que pueda abarcar tópicos de interés para una población, que sean pertinentes tanto actualmente como a futuro y que le permita a las universidades tener una ventaja competitiva en sus regiones.

Para poder identificar que nombre es el adecuado para un programa, los diseñadores recopilan información tanto nacional como internacional de otros programas similares, del contexto productivo de la región, se tienen en cuenta los referentes disciplinares, y por supuesto políticas y análisis estratégicos que permitan vislumbrar posibles escenarios futuros de una profesión, disciplina o región comercial.

Uno de los análisis que se realiza es el de la comparación de las denominaciones de programas similares tanto en contextos internacionales como nacionales, esta comparación consiste en la recopilación de la información pública disponible de los diferentes portales de las universidades y a partir de esta información identificar tendencias, así como posibles oportunidades

El Procesamiento de Lenguaje Natural y la Definición de la Denominación de Programas Académicos

El análisis de la información de programas académicos, tanto nacionales como internacionales, puede llegar a tener sesgos generados por los diseñadores, por la muestra de programas seleccionada, o simplemente al dejar de lado información al realizar los análisis, el uso de técnicas como el NLP pueden ayudar a reducir estos sesgos al realizar un análisis exhaustivo de los datos suministrados y generando sugerencias y/o perspectivas provenientes de análisis estadísticos que presenten un panorama completo de los programas involucrados en el estudio.

Sin embargo, uno de los retos que representa el uso del NLP radica en la adecuada obtención e identificación de las sugerencias y/o perspectivas, los análisis de los textos no se pueden realizar sin haber realizado un procesado previo, por una parte, se necesita poder tener una representación numérica de los datos presentes en los textos, pero, por otra parte, se necesita que los patrones encontrados sean traducidos a información relevante para los tomadores de decisiones (Dhanasekaran, 2013). Y es en la transformación de los textos en conocimiento contextualizado, en la definición de la denominación de un programa, que sea de utilidad para la toma de decisiones estratégicas en la que se contextualiza este trabajo.

Escenario del Planteamiento del Problema

El planteamiento del problema objetivo de este proyecto es el de desarrollar un modelo de procesamiento de lenguaje natural que sirva de herramienta de apoyo a las universidades e instituciones que hoy en día están considerando la denominación de nuevos programas académicos. Se buscó con este proyecto que los diseñadores de programas académicos tuvieran

información adicional de soporte documental, en forma de sugerencias y perspectivas, con el fin de que pudieran utilizarla como fuente adicional para la denominación de programas.

Para el desarrollo de este proyecto, se partió de un proyecto previo derivado del requerimiento en la propuesta de investigación (PIE) presentada por La Escuela de Ciencias Básicas, tecnológicas e Ingeniería (ECBTI) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), la cual tiene como título de la propuesta “Estudio de Viabilidad para la creación de programas de Doctorado en Ingeniería bajo la modalidad Virtual y a Distancia en Colombia”.

La propuesta principal plasmada en este documento buscó contribuir directamente con algunos de los puntos fundamentales de la propuesta de investigación (PIE) de la UNAD. Esta se trata de la necesidad de tener un desarrollo de un modelo que esté basado en procesamiento del lenguaje natural, para el diseño de programas académicos asistido por computador, se destaca que el alcance del proyecto se enmarca en el factor 1: denominación del programa.

Se buscó también con este trabajo aprovechar las ventajas del NLP para poder proveer de insumos a los diseñadores de programas académicos de información de soporte para la toma de decisiones. Se pretendió de manera puntual que la ECBTI tenga un insumo adicional, como lo son fuentes referenciales claves académicas, que en este caso fueron fuentes de universidades nacionales y extranjeras que la ECBTI tenía seleccionada, con el fin de que los diseñadores designados por la ECBTI de la UNAD tuvieran este insumo adicional para la toma de decisiones, en este caso para la denominación del programa doctoral.

Teniendo el contexto de la situación problémica anterior, se planteó lo siguiente: En que consistiría, a partir del procesamiento del lenguaje natural como tecnología emergente, el cual es una rama de Aprendizaje de Máquinas (o conocido en inglés como Machine Learning), identificar elementos claves que permitan generar perspectivas y sugerencias al momento de

tomar decisiones en algún contexto determinado a partir de un texto. Como se podría evidenciar y entender que existe valor al utilizar tecnologías emergentes, como la de procesamiento del lenguaje natural, para solucionar un problema en un contexto específico, en este caso de la definición de un programa académico, y que genera este valor a un grupo de interesados, en este caso a los diseñadores de los programas.

En el ámbito nacional, las instituciones educativas que deseen crear nuevos programas académicos deben seguir ciertos procedimientos y condiciones establecidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para que sea válido como programa académico, y tenga el aval de esta entidad. Dentro de estas condiciones se encuentran dos categorías, las condiciones institucionales y las condiciones específicas del programa. La primera condición mencionada por el Ministerio de Educación Nacional lee de la siguiente manera “*La correspondencia entre la denominación del programa, los contenidos curriculares y el logro de las metas para la obtención del correspondiente título*” (Ministerio de Educación Nacional, 2019).

Esto quiere decir, que la denominación del programa juega un pilar fundamental, a la hora de hablar sobre la creación de un programa académico. Por esto mismo, el propósito de este proyecto fue el lograr generar valor, sin crear dependencia u obligatoriedad en su uso, a los diseñadores de programas académicos de las instituciones educativas, a través del uso de esta tecnología NLP, para que los diseñadores puedan tener un aporte adicional en forma de sugerencias y perspectivas, de fuentes académicas nacionales y extranjeras, a la hora de tomar decisiones de cómo denominar un programa académico.

Justificación

El proyecto se enmarca en brindar a los diseñadores de programas académicos herramientas de soporte para la creación de nuevos programas académicos, particularmente en el factor de calidad 1: factor de la denominación del programa para que las instituciones educativas puedan ofrecer estos en el mediano y largo plazo. Como es de conocimiento general, la educación va avanzando y evolucionando según factores investigativos y de la industria. Y las universidades en su camino a la excelencia y calidad deben siempre estar a la vanguardia en la educación e innovación respecto a lo que está pasando en el mundo y en la industria en general. Es por esto, que existe la necesidad de que las universidades contemplen y tengan un mapa de ruta estructurado sobre la definición de los nuevos programas doctorales, que potencialmente pueda liberar en un futuro después de realizar un exhaustivo estudio, y los trámites correspondientes en los entes de control nacional, en este caso, el Ministerio de Educación Nacional.

Principalmente, se espera que basado en ciertas definiciones iniciales a través de este modelo, las universidades puedan tener una herramienta adicional, la cual pueda brindar ciertas recomendaciones y sugerencias para identificar las posibles denominaciones para sus programas académicos. Colateralmente, el modelo puede realizar sugerencias a las universidades sobre los nuevos programas académicos, en caso de que estos deseen orientarse a los referentes de uso nacional o internacional.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un modelo basado en el procesamiento del lenguaje natural para el diseño de programas académicos doctorales asistido por computador factor 1: denominación del programa

Objetivo Especifico

Diseñar una estrategia para obtener la información esperada a través del lineamiento del Ministerio de Educación Nacional, que permita mediante el uso de NLP el factor de calidad 1, denominación del programa.

Definir lineamientos básicos para tomar decisiones las cuales serán los puntos principales por medio de indicadores del mercado

Desarrollar un motor basado en procesamiento del lenguaje natural que permitan implementar el modelo factor de calidad 1, denominación del programa.

Validar que la información generada por el motor sea la información definida por medio del análisis de la información obtenida del motor.

Marco Teórico

Con el fin de abordar el tema principal del NLP es necesario dirigirse a la base de las definiciones para entender, de manera práctica y cabal, el marco de teórico del proyecto.

Partiendo de lo que dice el diccionario de la Real Academia Española donde define el lenguaje como la “*facultad del ser humano de expresarse y comunicarse con los demás a través del sonido articulado o de otros sistemas de signos*” (RAE, 2021). La mayor parte de la población mundial habla al menos un lenguaje, entre los lenguajes más comunes y hablados por los seres humanos se tiene el inglés, el mandarín, el español y el portugués. Sin embargo, se conocen que existen, por lo menos, más de 6.500 diferentes tipos de lenguaje en todo el mundo (Pérez, 2020).

El lenguaje tiene también definiciones y reglas gramaticales, esto es, lo que lo define como lenguaje estructural y comprensible, tanto para la persona que lo habla como para la persona que lo escucha. Con el fin de comunicarse en un lenguaje particular, tanto el generador de la información, o hablante, en este caso, tanto como el receptor de la información, u oyente, en este caso, deben conocer estas reglas y definiciones gramaticales para que sea posible la interpretación de las palabras habladas o escritas y, sobre todo, el significado de estas para que tenga se pueda comprender lo que se habla uno al otro. Claramente, cuando existen dos fuentes de información, en este caso dos personas hablando, y estas hablan en diferentes lenguajes, aunque cada uno puedan estar hablando de manera clara y precisa en su propio lenguaje, no será posible que se entiendan entre sí.

Usualmente, los lenguajes tienen reglas gramaticales como alfabetos, nombres, pronombres, verbos, adjetivos, etc. También existen reglas de cómo armar una oración coherente con el fin de entender lo que una persona quiere expresar a otra, en forma hablada o escrita. Es

decir, es necesario que tanto como el generador como el receptor deben conocer estas reglas para que las palabras sean

Procesamiento del Lenguaje Natural

Al hablar sobre los computadores y sistemas informáticos, sucede exactamente lo mismo. El lenguaje que habla el computador A debe ser el mismo que habla el computador B, para que la información transmitida sea entendible por el sistema receptor. Hoy en día existen algunos protocolos como el M2M (que al traducido al español es Máquina a Máquina), o recientemente se habla del internet de las cosas, donde dos o más sistemas o dispositivos se comunican entre sí en un mismo lenguaje con el fin de entenderse y transmitirse información uno al otro (TELCEL, 2022). Estos protocolos han sido utilizados principalmente por los desarrolladores de software al momento de programar sistemas o computadores en sistemas interconectados.

Ahora, al avanzar al siguiente nivel en donde como un computador puede entender el lenguaje humano, se debe entender que el computador debe estar en la capacidad de, no solo escuchar, sino entender y comprender el lenguaje que los humanos hablan, esto incluye, las reglas gramaticales y todo lo que esto conlleva, tanto de forma hablada o en forma de texto.

Al hablar del lenguaje humano y los computadores, los computadores tienen un reto para su comprensión y este se trata de un problema cultural en el lenguaje humano. Si se toma como ejemplo un país que hable aparentemente un mismo lenguaje oficial en todo su territorio, es posible notar que, aunque a lo largo de ese país el lenguaje oficial sea el mismo, aún es posible que existan algunas palabras, frases u oraciones que tengan un significado diferente dependiendo de la región del país donde se encuentre. Este es el primer problema que el computador enfrenta al momento de entender el lenguaje humano, porque incluso dentro de un mismo lenguaje, una

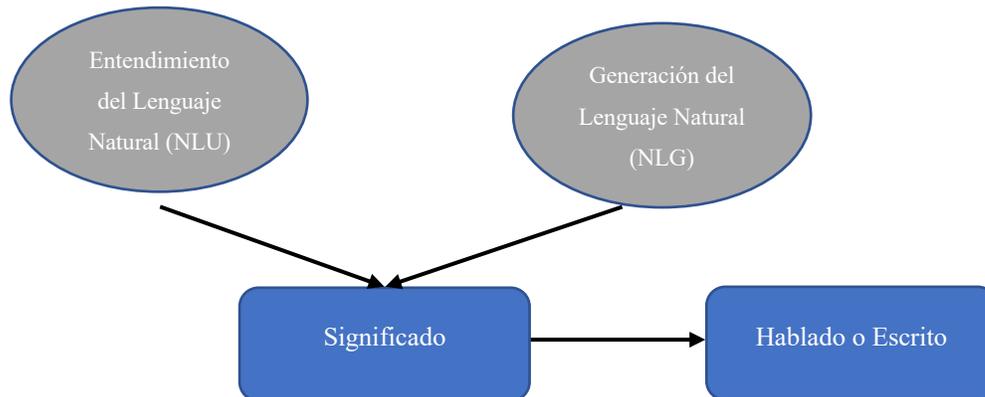
palabra puede referirse a múltiples cosas, esto variaría dependiendo de la región donde se encuentre, esto se le denomina ambigüedades lingüísticas (Goldberg, 2017).

Con el fin de que un computador entienda el lenguaje humano, existen tecnologías principalmente en la rama de la inteligencia artificial, específicamente en el área de Aprendizaje de Máquinas que han desarrollado en los últimos años, al entendimiento de una máquina o computador del lenguaje humano, se le llama Procesamiento del Lenguaje Natural (Moreno, Instituto de Ingeniería del Conocimiento, 2018).

El NLP está definido por dos componentes o dos conjuntos principales, a saber, el NLG (que traducido al español es generación del lenguaje natural) y el NLU (que traducido al español es entendimiento del lenguaje natural), los cuales representan uno que envía la información y otro el que entiende la información, respectivamente. El NLG se dice que es el más sencillo de los componentes del NLP debido a que es el que genera la información en texto o voz, realizando una oración o un texto coherente y comprensible. A diferencia del NLU, este debe ser capaz no únicamente escuchar, sino de entender y de mapear la información recibida con todas sus reglas gramaticales, incluyendo las ambigüedades lingüísticas, léxicas, semánticas y referenciales (Sisense, 2021).

Figura 1

Explicación del NLP gráficamente.



Fuente. Adaptada de (Sisense, 2021)

Características comunes del NLU

Capacidad para mapear los datos de entrada en representaciones útiles

Ser capaz de comprender aspectos del lenguaje

El principal desafío para que las máquinas entiendan el lenguaje humano es la ambigüedad

Características comunes del NLG

Planificación de texto o voz

Planificación de oraciones

Realización de texto

Aplicaciones del Procesamiento del Lenguaje Natural

El procesamiento del lenguaje natural es de suma importancia hoy en día por múltiples razones, dado que el NLP puede ser procesado de manera escrita o hablada, las aplicaciones que tienen en la vida cotidiana son impresionantes. Se conocen por ejemplo sistemas conversacionales autónomos como Siri de la compañía Apple, Google Assistant de Google o Alexa de Amazon. También se encuentra NLP en respuestas automáticas a preguntas, o por ejemplo en el análisis de sentimientos de los textos (esto principalmente en plataformas como Twitter o Facebook), o en la clasificación de documentos por categorías, entre varios otros ejemplos (Moreno, Instituto de Ingeniería del Conocimiento, 2021). Por otro lado, también se encuentran aplicaciones para la recuperación de información o incluso ayudas para la mejor comprensión del lenguaje.

En el caso de las comparaciones de texto, se encuentran herramientas contra el plagio como Turnitin, ampliamente usadas por las instituciones educativas.

Existen también algunas aplicaciones que han traído mucho beneficio a los seres humanos, por ejemplo, la automatización del trabajo, en algunas empresas hay tareas que son muy repetitivas y consumen gran cantidad de tiempo, y gracias al NLP es posible automatizar y agilizar estos procesos. También se encuentra la traducción a diferentes lenguajes humanos en tiempo real o incluso la extracción de contenido importante de un texto muy largo o complicado al configurar algunos patrones de búsqueda particulares (Abad, 2019).

Descripción del Procesamiento del Lenguaje Natural

El procesamiento del lenguaje natural tiene algunos componentes que deben considerarse muy cuidadosamente para garantizar que el texto en lenguaje natural sea comprendido y

entendido completamente por el computador, estos componentes son los siguientes (Moreno, Instituto de Ingeniería del Conocimiento, 2021):

Análisis morfológico: Consiste en un análisis interno de palabras

Análisis sintáctico: Consiste en el análisis de la estructura de las oraciones

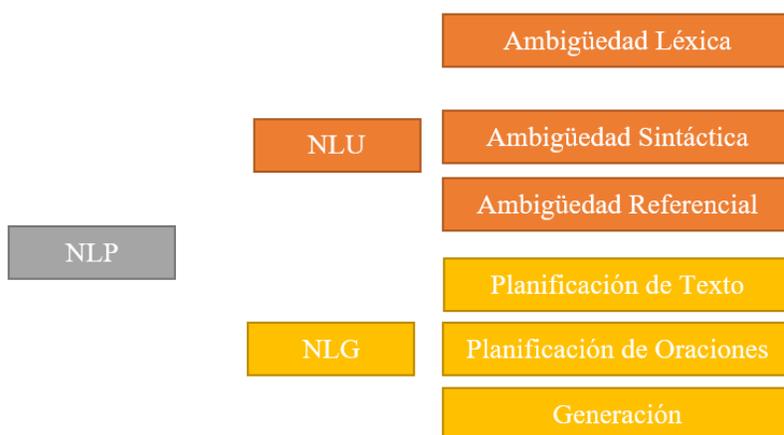
Análisis semántico: Consiste en la interpretación de las oraciones

Análisis pragmático: Incorpora el análisis del contexto del uso para la interpretación

Estos componentes se encuentran embebidos dentro del NLU y el NLG como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 2

Componentes del NLP



Fuente. Adaptada de (Goyal, 2021)

Componentes del Procesamiento del Lenguaje Natural

Por otro lado, dentro de estos componentes, el NLP se tiene una serie de pasos que deben realizarse por la misma tecnología con el fin de poder ejecutar la comprensión del lenguaje humano por parte de un computador. La descripción de los pasos, pueden variar dependiendo de las librerías utilizadas, o de algunos autores expertos en el tema, de manera general se incluyen los siguientes (Banerjee, 2020):

Segmentación de la oración: Romper el texto en oraciones

Tokenización de Palabras: Romper las oraciones en palabras individuales llamadas tokens.

Derivación (o Stemming): Normalización de palabras en su forma base.

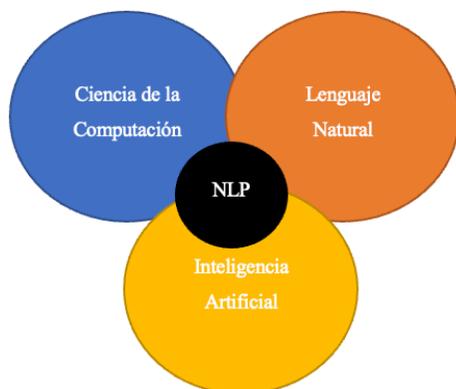
Lematización: Normalización de las palabras bases en su verbo original

Análisis semántico y sintáctico: Identificar en las palabras cuáles son verbos, pronombres, nombres, adjetivos, etc.

Reconocimiento de Entidades: Identificación de ambigüedades y clasificación de palabras.

Fragmentación de Agrupamiento: Agrupamiento individual de piezas a piezas más grandes.

Una vez se es capaz de completar estos pasos, un sistema podría llegar a entender y procesar el lenguaje natural humano en su forma escrita o hablado. En términos generales, se dice que el NLP está compuesto por tres elementos, estos son inteligencia artificial, lenguaje natural o lenguaje humano y de ciencia de la computación que es la que permite la ejecución de los pasos (Briceño & Fernandez, Aplicando el procesamiento del lenguaje natural para clasificar artículos del coronavirus, 2020).

Figura 3*Contextualización del NLP*

Fuente. Adaptada de (Briceño, Banco Interamericano de Desarrollo, 2020)

Como se ha mencionado anteriormente, el uso del NLP es muy variado, y sus aplicaciones son muy amplias, compilando algunas de las mencionadas anteriormente, se tiene la siguiente lista: (Sharma, 2020):

Análisis sentimental (reacciones de las redes sociales como “me gusta”, “me divierte,” etc.).

Reconocimiento de voz (asistentes de voz como Siri de Apple®).

Chatbots (respuestas predeterminadas a preguntas frecuentes).

Traducción en vivo de conversaciones.

Corrección de ortografía (como lo realiza Microsoft® Word).

Buscadores de palabras.

Publicitarios (usualmente cuando se busca algo, puede salir minutos después como sugerido en redes sociales o por correo).

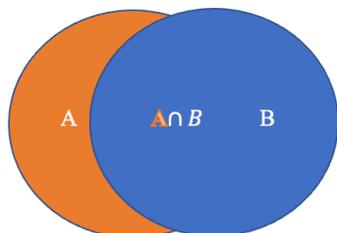
Para la ejecución este proyecto fue necesario conocer específicamente una de las aplicaciones del NLP, a saber, la comparación de texto. La comparación de textos va mucho más allá de si es un texto igual al otro o no, y para abordar este tema, fue necesario tomar algunos contextos y marcos teóricos referenciales para el desarrollo de este trabajo. Específicamente, fue necesario entender, de manera general, las definiciones de la “similitud de Jaccard” y “similitud de coseno” que van relacionados estrechamente con las librerías de la tecnología NLP (Kanani, Cosine Similarity – Text Similarity Metric, 2019). Con el fin de entender estos conceptos se plantea lo siguiente:

Similitud de Jaccard

La similitud de Jaccard o intersección de Jaccard es la intersección de dos textos o documentos, divididos sobre la unión de estos. Como resultado de esta operación, se tiene un valor entre 0 a 1, donde 1 representa que los dos textos son exactamente idénticos y donde 0 representa que los dos textos son textos completamente diferentes uno del otro (Kanani, Jaccard Similarity – Text Similarity Metric in NLP, 2020). La ecuación que representa esta similitud es la siguiente:

Ecuación 1

$$J(doc1, doc2) = \frac{doc1 \cap doc2}{doc1 \cup doc2}$$

Figura 4*Intersección de dos conjuntos**Fuente.* Autoría propia

Un ejemplo práctico de la similitud de Jaccard se encuentra en el Apéndice A de este mismo documento.

Con esta similitud, es posible hacer análisis para revisar cuanta similitud tienen dos textos, si un texto es completamente similar al otro o no, etc.

Similitud de Coseno

Por otro lado, se encuentra la similitud de coseno que también va relacionada con el NLP en la comparación de textos. A diferencia de la similitud de Jaccard, la fórmula que representa a la similitud de coseno tiene la posibilidad de ser gráfica en un plano de n-dimensiones si se quiere (Kanani, Cosine Similarity – Text Similarity Metric, 2019). La fórmula que representa la similitud de coseno es la siguiente:

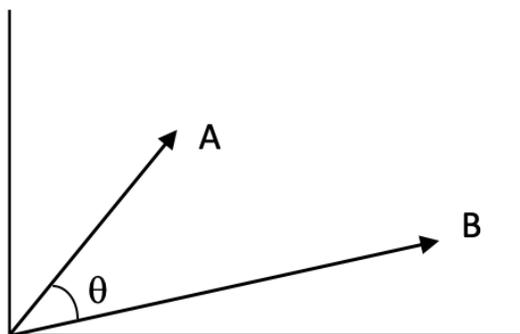
Ecuación 2

$$\text{Similitud} = \cos(\theta) = \frac{A * B}{||A|| * ||B||} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}}$$

Al igual que la similitud de Jaccard, la similitud de coseno da como resultado un valor entre 0 a 1, donde 1 son dos textos idénticos y 0 son dos textos diferentes. Un ejemplo de esta aplicación se encuentra en el Apéndice B de este mismo documento.

Figura 5

Gráfica de similitud de coseno



Fuente. Autoría propia

Después de realizar la operación, es posible hacer una gráfica en n-dimensiones con el fin de determinar y realizar conclusiones sobre los hallazgos sobre la similitud de los documentos, por ejemplo, que tan lejos o cerca se encuentra una línea que representa que tan igual es un documento del otro. En la ilustración anterior, es posible observar que, A es el documento 1 y B es el documento 2 se están comparando entre sí a través del proceso de similitud de coseno.

Procesamiento del Lenguaje Natural en el Marco de la Toma de Decisiones

Al abordar la problemática de este proyecto, se buscó considerar algunos puntos principales, por ejemplo, que los diseñadores de programas académicos, especialmente de programas doctorales, puedan tener entradas adicionales a manera de perspectivas y/o sugerencias que estén libres de sesgo para la toma de decisiones de la denominación del programa. Intrínsecamente, se abordaron puntos como la falta de referentes al momento de crear

programas académicos doctorales, y se buscó que las universidades tuvieran una herramienta adicional que les permitiera tener estas sugerencias

Con el fin de elaborar todo lo anterior, se plantea el desarrollo de un modelo basado en el procesamiento del lenguaje natural para el diseño de programas académicos asistido por computador factor 1: denominación del programa

Para esto, es necesario el diseño de una estrategia para obtener la información esperada a través del lineamiento del Ministerio de Educación Nacional, que permita mediante el uso de NLP el factor de calidad 1, denominación del programa. También, la definición de lineamientos básicos para tomar decisiones, las cuales serán los puntos principales por medio de indicadores del mercado. Igualmente, el desarrollo de un motor basado en el procesamiento del lenguaje natural que permita implementar el factor de calidad 1, denominación del programa. Y finalmente, la validación de la información generada por el motor NLP sea la información definida por medio del análisis de la información.

A continuación, se presenta el enfoque metodológico del procesamiento del lenguaje natural para la comparación de textos para la denominación de programas académicos.

Diseño de la Solución

Encontrar palabras y frases que discriminen categorías de texto es una aplicación común del NLP estadístico. Por ejemplo, encontrar las palabras más características en los discursos de un partido político en contraste con los discursos de su partido rival, puede ayudar a los politólogos a identificar discrepancias partidistas (Ryan, 2010). O encontrar diferencias entre los lenguajes femeninos o masculinos para encontrar Características distintivas de género en el diálogo cinematográfico (Schofield & Mehr, 2020), entre otros ejemplos similares (Kessler, 2017).

Buena parte de la interpretación de los análisis realizados mediante el NLP se basa en diversos enfoques utilizados para visualizar y resaltar ítems importantes en los documentos analizados, por ejemplo listas simples de frecuencias de palabras, nubes de palabras, así como diagramas de dispersión basados en palabras (Richarz, Wegewitz, Henn, & Muller, 2022) (Tingting, et al., 2022).

En concreto, para poder comparar visualmente categorías de texto, se utiliza librerías como Scattertext (Kessler, 2017), la cual es una herramienta Open Source que permite visualizar variaciones lingüísticas entre categorías de documentos de forma independiente del idioma. La herramienta genera un gráfico de dispersión (Scatter Plot) en donde cada eje corresponde al rango de frecuencia de ocurrencia de un término en una de las categorías de los documentos.

Se plantea a continuación un enfoque basado en la discriminación de categorías utilizando NLP para la comparación de programas académicos, y especialmente su denominación y las temáticas que abordan con relación a posibles agrupaciones, buscando ayudar a los diseñadores de programa a encontrar sugerencias y/o perspectivas para una adecuada denominación de un programa académico.

Contexto de la Solución. Las páginas web de los programas académicos suelen tener información relevante que describen de manera general los elementos principales que suelen diferenciar dicho programa de los demás programas similares en su área de estudio, entre otros elementos estas páginas suelen contener.

La denominación del programa

Información legal relacionada con las entidades reguladoras que vigilan la calidad de los programas.

El nivel de formación.

La metodología en que se imparte.

El título que otorga.

Elementos que distinguen al programa de otros similares.

Requisitos de ingreso y egreso.

El perfil de los estudiantes.

El perfil de sus egresados.

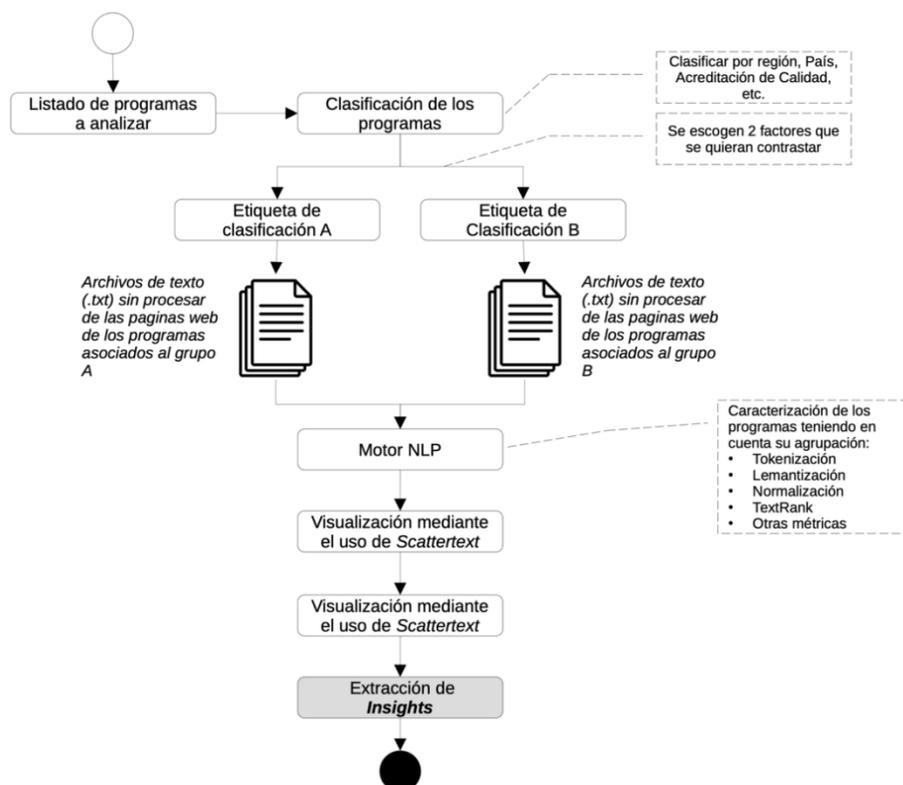
Planes de estudio.

De forma general, estos sitios web resumen información relevante que puede ser utilizada para realizar inteligencia previa a la definición de nuevos programas o la renovación de programas existentes (especialmente en la denominación de estos), esto mediante la búsqueda de tendencias regionales, tendencias temáticas u oportunidades estratégicas.

Modelo Planteado. A partir de una adecuada recopilación de información de programas académicos correspondientes a un mismo campo de formación. Inicialmente, una manera de poder encontrar programas que correspondan a una misma línea temática general se puede realizar mediante la Clasificación Normalizada de Educación CINE F 2013 AC (DANE. 9 de febrero de 2023) el cual funciona como sistema de referencia para la clasificación de programas en diferentes campos de formación. Se presenta, a continuación, el modelo propuesto para obtención de perspectivas y sugerencias como ayuda a la definición de la denominación de un programa académico.

Figura 6

Marco para la obtención de sugerencias y/o perspectivas mediante el uso NLP como soporte en la denominación de un programa académico.



Fuente. Autoría propia

Una vez recopilada la información de las páginas web de los programas, se deben definir criterios de clasificación de los programas, entre estos criterios se podrían utilizar entre otros, una separación entre programas nacionales y programas internacionales, se pueden clasificar entre programas con algún tipo de acreditación de calidad, entre modalidades de oferta (distancia tradicional, virtuales, presenciales).

Posteriormente, las posibles clasificaciones en las que se quiera realizar el análisis, se puede escoger los escenarios de análisis que se quieran realizar, vale la pena resaltar que para este trabajo se realizan análisis dicotómicos que contemplen solo dos agrupaciones, como, por

ejemplo, comparar entre programas nacionales o internacionales, comparar entre programas acreditados de alta calidad y no acreditados, entre otras agrupaciones que se quieran comparar.

Una vez definidas las agrupaciones, se debe extraer la información de las páginas web de los programas en archivos de texto planos con las respectivas etiquetas de agrupación. Una vez empaquetada y etiquetada la información de los programas, se realiza el preprocesamiento de la información utilizando un motor para el procesamiento de lenguaje natural, en donde la “Tokenización”, “Lematización” y normalización de la información permitirán la adecuada comparación de la información contenida en los archivos de texto. Una vez preprocesados los textos, se aplica el algoritmo de TextRank (You-zhi, Zheng-ming, Ming, & Wen-tao, 2020) el cual es un modelo de clasificación basado en gráficos para el procesamiento de texto que se utiliza principalmente para encontrar oraciones y palabras relevantes en texto.

Uso de Scattertext Para el Diseño de la Solución. Una vez identificadas las oraciones y palabras clave, y de la adecuada cuantificación de frecuencias y demás métricas estadísticas, se utiliza el enfoque de visualización de información de Scattertext (Kessler, 2017) el cual presenta estas palabras y oraciones clave en un gráfico de dispersión (Scatter Plot). El gráfico presenta la información de la siguiente manera:

El gráfico se presenta en un sistema bidimensional de coordenadas cartesianas en donde cada punto esté representado por dos coordenadas, una en el eje-x y otra en el eje-y, las coordenadas para cada uno de estos puntos están derivados de las frecuencias de cada término en cada agrupación de programas académicos.

Los ejes X y Y representan las categorías en las que se quiere comparar a los programas académicos, denotados en la imagen en Amarillo para la clase A, en azul para la clase B. A su

vez, los ejes representan la frecuencia de aparición de palabras o frases clave en cada categoría de agrupación.

El componente señalado en rojo representa aquellos términos clave que coinciden en menor o mayor medida para las dos categorías que se comparan.

En verde, la franja de alta precisión se refiere a aquellos términos clave para cada una de las categorías que tienen un poder discriminatorio alto. Es decir, son términos distintivos para cada una de las categorías.

En naranja se presentan los términos con mayor frecuencia para ambas categorías que muestran los elementos en común que tienen.

Definición General de Scattertext. Regresando a la definición de Scattertext, se tiene que esta es una de las librerías que cumple con características para generar gráficas en el procesamiento de texto, es la muy conocida librería conocida de “spaCY Scattertext”. Scattertext es una librería de código libre para visualización de datos que contengan grandes volúmenes de información. Esta es muy usada por su gran trazado de texto, es una librería que pertenece a la familia del lenguaje de programación Python (Opacich, Interpreting Scattertext: A seductive tool for plotting text, 2021). Esta librería fue usada para la solución del proyecto debido a sus características, su lenguaje de programación, su código abierto y principalmente por la manera que presenta la información en plano cartesiano de dos dimensiones.

Una de las bondades que tiene esta librería, que fue uno de los motivos para su selección dentro de la solución del proyecto, es que tiene la capacidad de graficar la comparación entre dos componentes. Es decir, en la abscisa “X” puede contener la información de relacionada con un componente cualquiera en formato de texto, y en la abscisa “Y”, puede contener la información relacionada con otro componente cualquiera en forma de texto. La librería gráfica en un plano

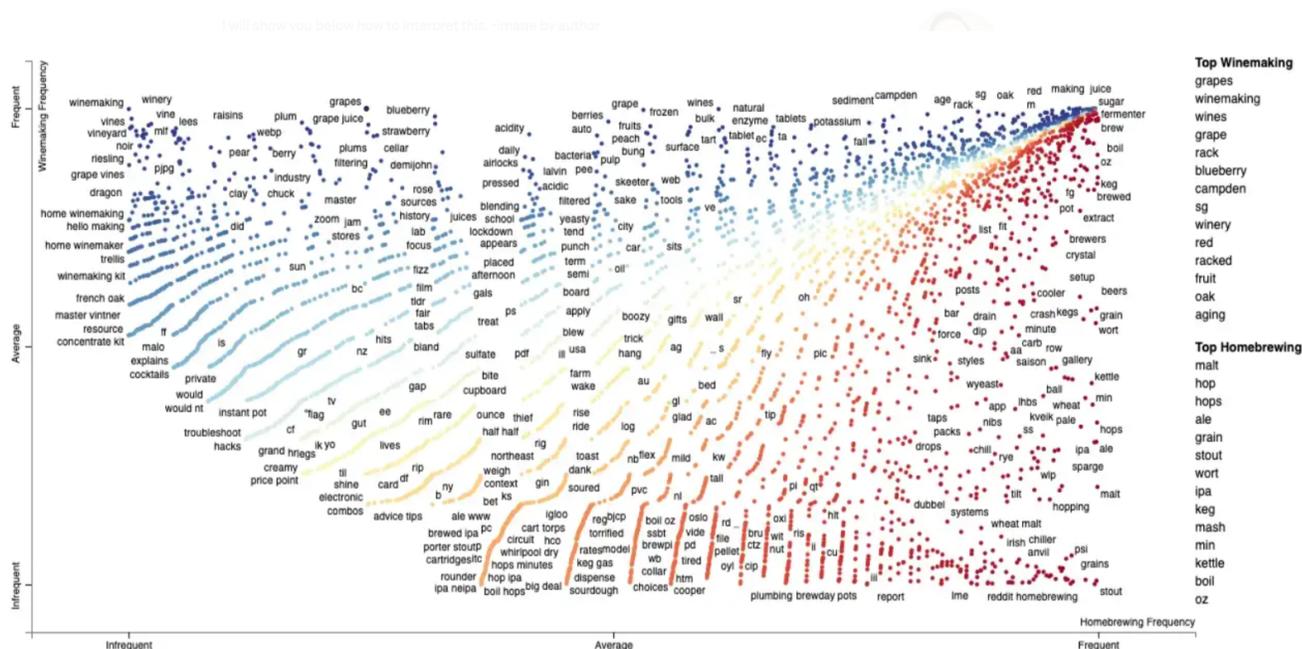
cartesiano, qué tan frecuente, o infrecuente es el uso de algunas palabras sobre la abscisa “X”, y también que tan frecuente, o infrecuente, es el uso de algunas palabras sobre la abscisa “Y”.

Finalmente, compara ambos componentes entre sí para obtener un resultado más claro.

La siguiente figura representa una imagen generada a través de la librería Scattertext:

Figura 7

Imagen generada por librería Scattertext



Fuente. Adaptada de (Opacich, Interpreting Scattertext: A seductive tool for plotting text, 2021)

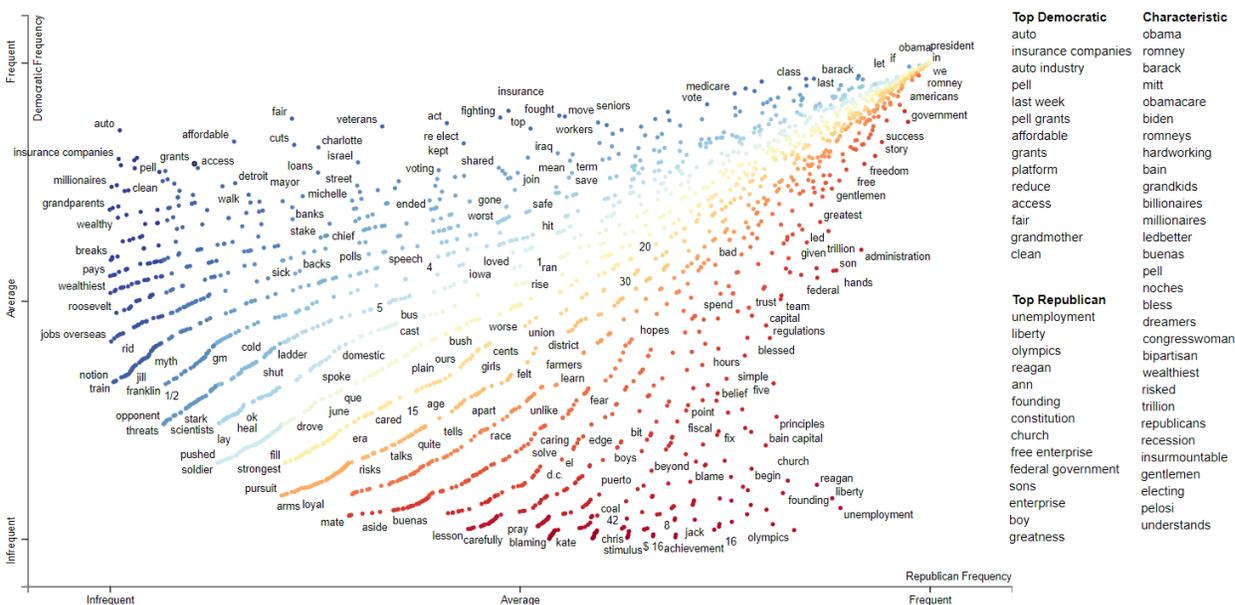
Antecedentes del Uso de Scattertext. Existe un antecedente muy conocido donde se utilizó la librería de Scattertext, este famoso antecedente se trata de un estudio que se realizó de los discursos políticos del partido Demócrata y del partido Republicano en los Estados Unidos para las elecciones de presidente del año 2012. En esta contienda electoral, los candidatos presidenciales fueron Barack Obama por el partido Demócrata y Mitt Romney por el partido Republicano (Kessler, 2017).

Como parte de este estudio, durante esta contienda electoral, se consideraron por lo menos 123 discursos dados por el partido demócrata (se logró contabilizar alrededor de 76.864 palabras) y otros 66 discursos dados por el partido republicano (se logró contabilizar alrededor de 58.138 palabras).

A través de este estudio realizado, es posible ver cuáles fueron los patrones y las palabras más comunes que utilizaron los candidatos presidenciales del partido demócrata y del partido republicano, es posible realizar análisis extensivos, incluso correlacionar cuáles fueron las palabras que tuvieron en común, cuáles realmente no utilizan uno del otro, cuáles pudieron haber tenido alguna relación, entre otras.

Figura 8

Resultado ejercicio discurso demócrata versus republicano 2012



Fuente. Adaptada de (Kessler, 2017)

El resultado del ejercicio se encuentra en el siguiente enlace web:

<https://jasonkessler.github.io/st-main.html>.

En este estudio realizado, es posible incluso ver el “top” de las palabras más utilizadas tanto por el partido demócrata tanto como por el partido republicano, es posible ver también cuantas veces repitieron ciertas palabras, incluso si hay palabras que son repetidas por ambos partidos en sus discursos de la campaña electoral.

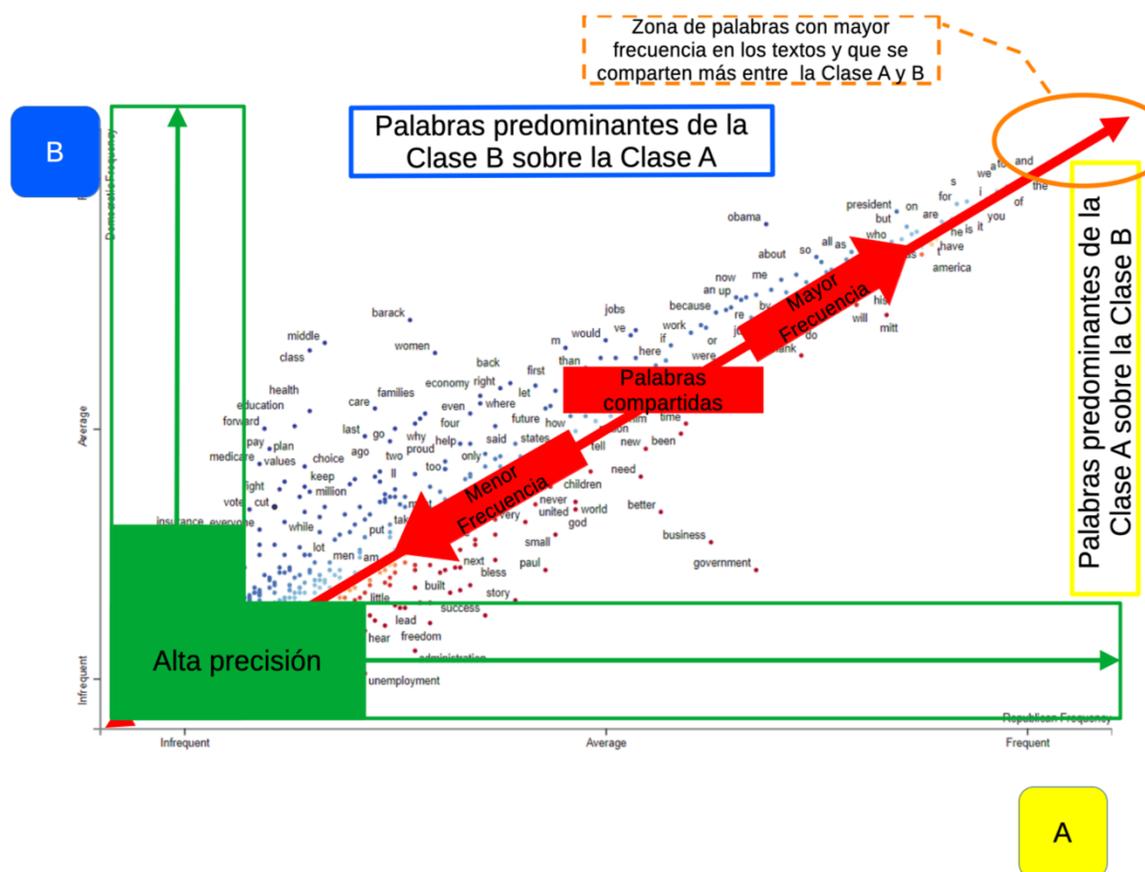
Por ejemplo, en la figura anterior se aprecia como el partido demócrata, hace un uso muy frecuente de palabras como “carros”, “compañías de seguro”, “industria automotriz”, entre otras. Y como el partido republicano hace uso frecuente de palabras como “desempleo”, “libertad”, “constitución”, entre otras. Por otro lado, en la gráfica también es posible notar como hay palabras que son muy utilizados por ambos partidos políticos, por ejemplo, palabras como “presidente”, “Obama”, “Romney”, “norteamericano”, entre otras.

Interpretación de Gráficas de Scattertext. Debido a la complejidad de esta librería, es necesario determinar algunos aspectos importantes al momento de interpretar gráficas generadas por esta librería. De acuerdo con el mismo autor Opacich, existen algunas secciones dentro de la figura que deben resaltarse debido a su importancia al momento de interpretar la gráfica. Estas interpretaciones deben quedar claras para que exista una unanimidad al momento de la interpretación de las gráficas. Para interpretar la gráfica es necesario recordar cómo la librería pone en un plano cartesiano de dos dimensiones al componente A en la abscisa “X” y al componente B en la abscisa “Y”.

A continuación, una gráfica con algunas secciones señaladas por el autor:

Figura 9

Interpretación de los resultados al comparar dos agrupaciones de texto utilizando Scattertext Plot



Fuente. Adaptada de (Opacich, Interpreting Scattertext: A seductive tool for plotting text, 2021)

Finalmente, una vez generado en Scattertext Plot se deben identificar las perspectivas y sugerencias proporcionados por el análisis. Junto con la información proporcionada en la Figura 9, en donde se puede conocer algunas generalidades de la información de los programas contrastados. En la Figura 10, se presenta una guía para la definición de posibles perspectivas y sugerencias para la toma de decisiones. Se divide el Scattertext Plot en cuatro cuadrantes que pueden ayudar a diseñadores de programas a tomar decisiones.

En el cuadrante 1 y el cuadrante 3, permiten identificar las particularidades de los programas académicos comparados de acuerdo con sus respectivas agrupaciones, es decir,

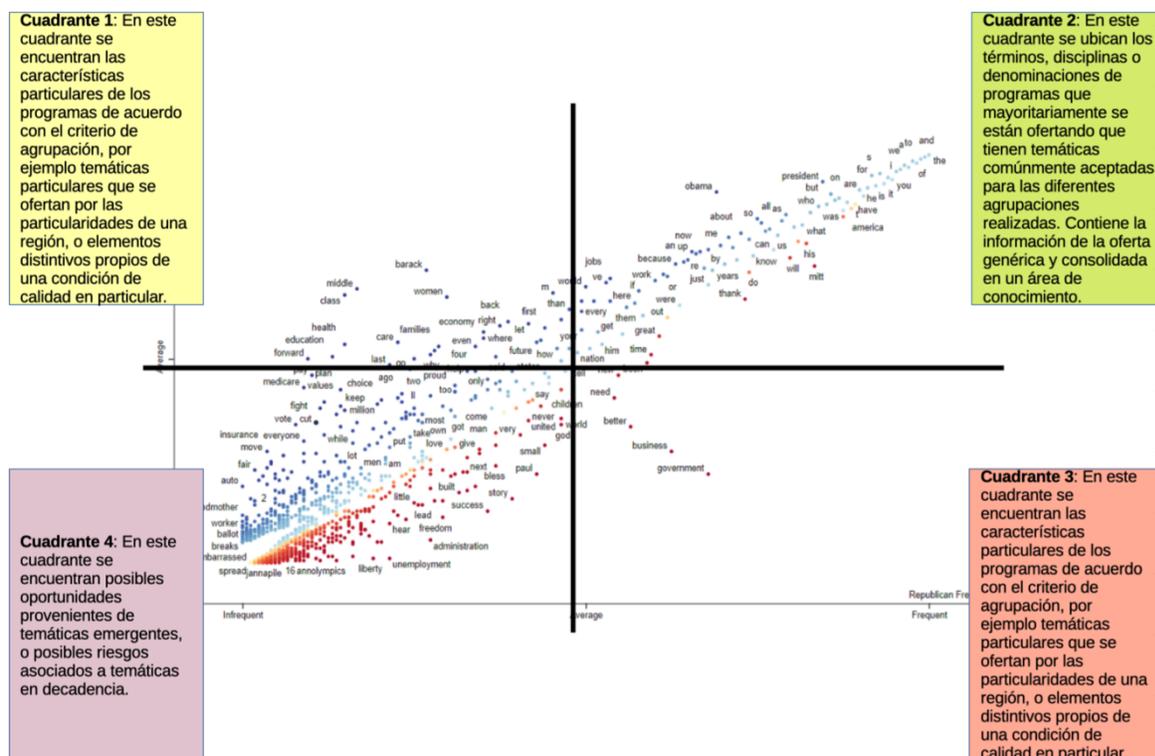
permite identificar atributos propios característicos de cada clase. Por ejemplo, en el caso en el que se estén comparando programas académicos de una misma área de conocimiento, pero que se ubiquen en regiones diferentes (Programas nacionales en contraste con internacionales, por ejemplo) puede evidenciar temáticas de interés particular que se abordan en dichas regiones que por temas políticos, estratégicos, logísticos, tecnológicos, culturales, entre otros, solo sean de interés para dicha región.

El cuadrante 2 se encuentra la información compartida entre las dos clases comparadas, está el corpus de conocimiento general de la disciplina, las denominaciones mayoritariamente empleadas. Se podría considerar es Statu quo, o zona de confort de los programas académicos comparados.

Finalmente, en el cuadrante 4, el cual resulta ser un antagonista del cuadrante 2, puede ser una fuente de información estratégica que debe ser abordada con cautela. En este cuadrante se pueden ubicar las temáticas emergentes de una disciplina y por supuesto los cambios en la forma como se denomina un programa relacionado con esas temáticas emergentes. Sin embargo, también pueden estar ubicadas en este cuadrante tanto temáticas o denominaciones que puedan estar entrando en desuso.

Figura 10

Guía para la definición de sugerencias y/o perspectivas de acuerdo con un Scattertext Plot



Fuente. Adaptada de (Opacich, Interpreting Scattertext: A seductive tool for plotting text, 2021)

Mapa de Ejecución del Diseño de la Solución

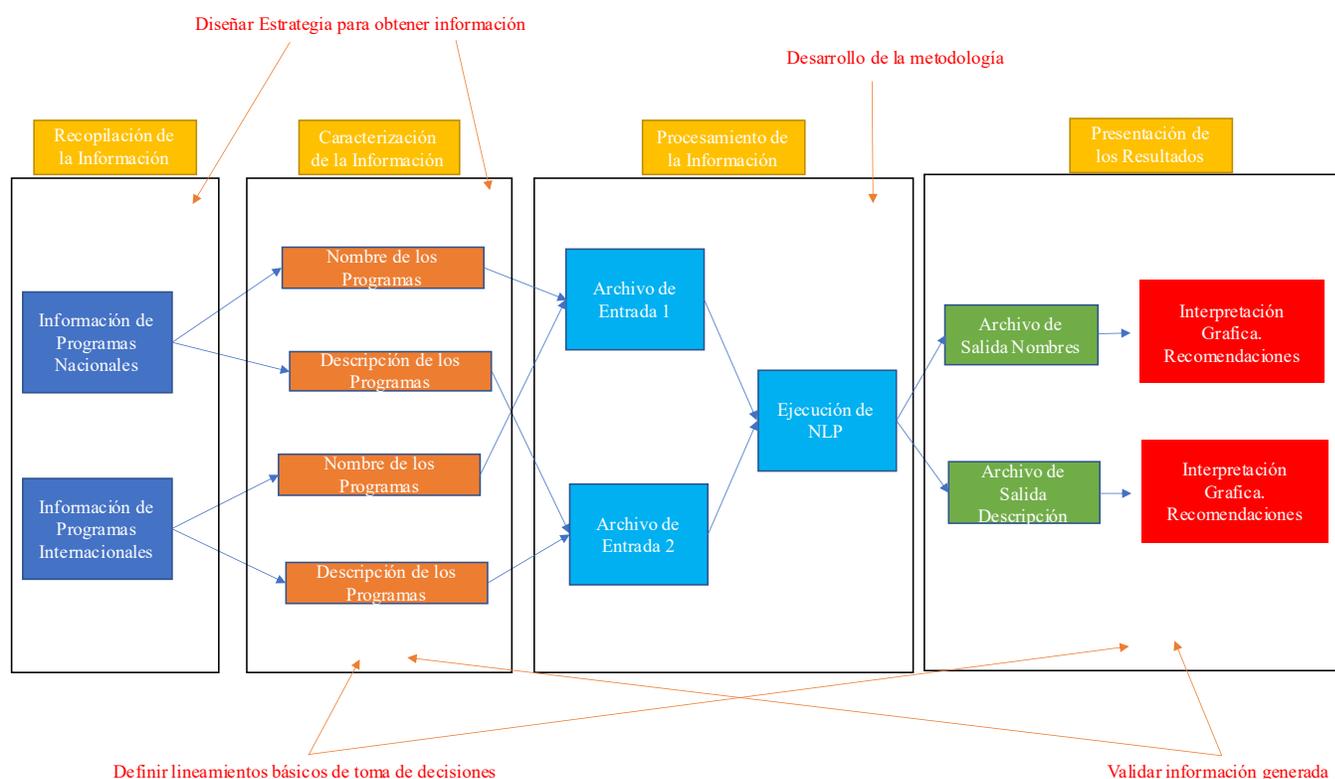
Una vez mencionado el marco teórico anterior, y haber fundado las bases sobre de la librería Scattertext que fue la utilizada en este proyecto, es necesario determinar cuál es el mapa de ruta que se abordó para la ejecución de la solución del proyecto.

A continuación, se presenta el mapa de ejecución para la solución del dónde también se determina en qué punto se cumplen con los objetivos del proyecto de manera específica. Cabe aclarar que, debido a la natural y alcance de este proyecto, se destaca que el desarrollo del

proyecto fue únicamente con el objetivo obtener perspectivas y/o sugerencias para el factor 1: la denominación de los nombres de los programas académicos doctorales.

Figura 11

Mapa de ejecución para la solución del proyecto



Fuente. Autoría propia

Diseñar Estrategia para Obtener la Información. El diseño de la estrategia para obtener la información consistió en la selección de universidades nacionales e internacionales que tuvieran programas doctorales activos, además de que estos estuvieran relacionados con la ingeniería de sistemas y/o con la gestión de la información de TI.

Para la recopilación de la información de los programas nacionales, se validó y revisó en la base de datos del Ministerio de Educación Nacional de Colombia a través del SNIES (por sus siglas, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior) sobre los programas doctorales existentes y activos en el país que estuvieran relacionados con la ingeniería de sistemas o afines. Para la recopilación de la información de los programas internacionales, la UNAD concretamente ECBTI entregó una lista de universidades internacionales, las cuales eran de su interés para la realización del proyecto.

Definir Lineamientos Básicos de Toma de Decisiones. Después de definir la estrategia para obtener la información, fue necesario caracterizar la información, es decir, entender que información era necesaria de las universidades nacionales e internacionales para el desarrollo del proyecto. El alcance de este proyecto solo contempla el factor 1: denominación del programa.

Quiere decir, que la información más importante para recolectar de las universidades era el nombre del programa académico doctoral. Sin embargo, de manera proactiva se tomó también la descripción de los programas académicos doctorales para realizar el mismo ejercicio con estos. Una vez los resultados son obtenidos, es necesario retomar este punto para validar cuáles fueron las recomendaciones.

Desarrollo de la Metodología del Proyecto. Una vez definida la caracterización de la información, se continúa con el procesamiento de la información. Para procesar la información es necesario organizarla. En este caso, la información es organizada en dos archivos, archivo de entrada 1 y archivo de entrada 2. El archivo de entrada 1 representa a los nombres de los programas académicos doctorales de las universidades nacionales e internacionales.

Y el archivo de entrada 2 representa a la descripción de los programas académicos doctorales de las universidades nacionales e internacionales. Estos archivos deben tener cierta estructura en su organización para que pueda ser leído por el motor NLP, la estructura de los archivos de entrada es abordada en uno de los apartados de este documento.

Una vez los archivos de entrada están listos, el motor NLP procede a procesar y desfragmentar toda la información que está compilada en los archivos. Cuando el motor NLP termina de procesar la información, se generan dos archivos de salida, uno relacionado con los nombres de los programas académicos doctorales, y otro relacionado con las descripciones de los programas académicos doctorales.

Validar Información Generada. Para la validación de la información generada por el motor NLP, es necesario determinar algunas secciones importantes dentro de la gráfica, como lo hizo el autor Opacich, que fue mencionado en uno de los numerales de este documento. Cuando se obtienen los archivos de salida, se obtienen las gráficas para que sean analizadas e interpretadas con el fin de generar las perspectivas y recomendaciones para los diseñadores de programas académicos doctorales. Una vez que se seleccionen las áreas de interés de las gráficas, es posible determinar en que desea enfocarse las perspectivas y recomendaciones en el plano cartesiano.

Por ejemplo, cuando una palabra se usa de manera frecuente o infrecuente, tanto para las universidades nacionales como para las universidades internaciones. Además, también es posible interpretar cuáles serían las recomendaciones para la ECBTI, si esta quisiera nombrar su programa doctoral tomando como referencia el común denominar de la mayoría de las universidades internacionales, o si quisiera llamar su programa doctoral tomando en cuenta las universidades nacionales únicamente. Estas son parte de las perspectivas y sugerencias.

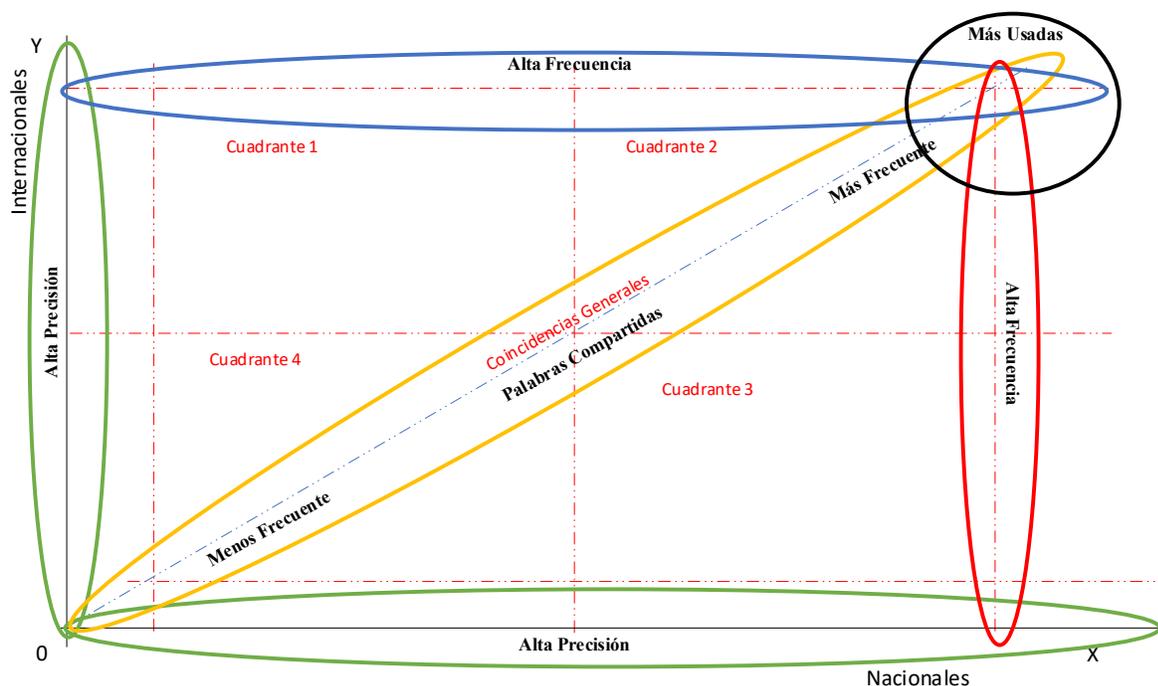
Descripción de Cuadrantes para la Solución del Proyecto

Similarmente, a lo realizado por autor Opacich y Kessler, y basado en lo visto en la figura 9 y figura 10, para este proyecto se seleccionaron cinco regiones dentro del plano cartesiano que dentro de la gráfica generada por Scattertext fueron usadas para el desarrollo de la solución del proyecto con el fin de darle una interpretación de la gráfica. Se definió entonces que en la abscisa “X” se encuentren los programas académicos doctorales de las universidades nacionales y que en la abscisa “Y” se encuentran los programas académicos doctorales de las universidades internacionales. Por temas prácticos, se les llamó a los cuadrantes de la siguiente manera

Cuadrante 1, Cuadrante 2, Cuadrante 3, Cuadrante 4 y Coincidencias Generales. La representación de estas áreas en la gráfica se puede ver en la siguiente figura:

Figura 12

Definición de cuadrantes de resultados



Fuente. Autoría propia

Los siguientes cuadrantes están adaptados a como fueron presentados en “Latin American and Caribbean Consortium of Engineer Institutions” LACCEI 2022 en el artículo llamada “*Modelo basado en el Procesamiento de Lenguaje Natural para el diseño de programas académicos asistido por computador*” por (Calero & Delgado, 2022). Las siguientes descripciones de los cuadrantes se toman teniendo en cuenta que en la abscisa “X” se encuentran los programas académicos doctorales de las universidades nacionales donde se representan 3 valores principales de medición, infrecuente, promedio y frecuente. De manera similar, en la abscisa “Y” se encuentran los programas académicos doctorales de las universidades

internacionales donde se representan 3 valores principales de medición, infrecuente, promedio y frecuente. Si tanto en la abscisa “X” como en la “Y”, tienden a un valor donde se acerca más a 0, entonces quiere decir que es infrecuente. Pero cuando el valor se encuentre en la mitad, quiere decir que es promedio, y si el valor se aleja hacia el borde exterior, es decir, al borde de la gráfica, quiere decir que es frecuente.

Descripción 1: Coincidencias Generales. La primera descripción se denominó “Coincidencias Generales”, se trata de la línea azul punteada que atraviesa por la mitad el cuadrante 2 y el cuadrante 4. Sobre esta línea, se encuentran todas aquellas palabras que fueron usadas de manera compartida tanto por las universidades nacionales como por las universidades internacionales. Estas palabras pueden ser frecuentes o infrecuentes desde el punto de vista de los textos en cada universidad. Tomando como contexto el desarrollo del proyecto, quiere decir que estas palabras que se encuentran en esta franja son palabras que se usan de manera similar tanto en el aspecto nacional como en el internacional, a razón de la misma frecuencia. Siendo un poco más específico, las palabras que se interceptan en el cuadrante 2 sobre la línea coincidencias generales, son palabras que tanto en el aspecto internacional como en el nacional se utilizan entre “frecuencia promedio” a “mucho frecuencia”, para nombrar programas académicos doctorales o para describir programas académicos doctorales. Y las palabras que se interceptan en el cuadrante 4 sobre la línea coincidencias generales, son palabras que se utilizan entre “poca frecuencia” a “frecuencia promedio” tanto en el aspecto nacional como en el aspecto internacional, tanto para la denominación de sus programas como para la descripción de estos.

Descripción 2: Cuadrante Uno - Temáticas Importantes para Doctorados

Internacionales, pero Poco Relevantes Para Doctorados Nacionales. En el cuadrante uno es donde se encuentran la distribución tanto de doctorados nacionales como internacionales, pero que corresponden a aquellas temáticas de los doctorados nacionales que no son frecuentemente encontrados según la documentación utilizada. Sin embargo, para los doctorados internacionales son temas que a menudo son encontrados y probablemente esto se deba a que son temas muy importantes para la definición de estos programas, también se encuentra que aquella información resulta importante para estos programas, ya que seguramente tiene que ver con elementos temáticos propios de las regiones en las cuales se encuentran estos programas, pero no tienen tanto impacto en los programas nacionales. Se podría hablar de que estos programas, son temáticas importantes para doctorados internacionales, pero poco relevantes para doctorados nacionales.

En la figura 12, el cuadrante 1 está definido entre la abscisa “X” entre “infrecuente” y “promedio”, y entre la abscisa “Y” entre “promedio” y “frecuente”. Las palabras que se alojen sobre este cuadrante, quieren decir que son palabras muy usadas tanto en la denominación de los programas como en su descripción en a nivel internacional, pero en el aspecto nacional son palabras que poco se usan.

Descripción 3: Cuadrante Dos - Temáticas Importantes Tanto para los Doctorados Nacionales Como para los Doctorados Internacionales. En el segundo cuadrante, igualmente se encuentran la distribución tanto de doctorados nacionales como de doctorados internacionales, con temáticas que son frecuentemente halladas en la documentación tanto para los doctorados nacionales como para los doctorados internacionales, probablemente esto se deba a que son programas de alto impacto y con una tasa de satisfacción alta, acompañado de tiempo de tradición y excelencia en los mismos. Se podría decir que estos programas son temáticas importantes tanto para los doctorados nacionales como para los doctorados internacionales.

En la figura 12, el cuadrante 2 está definido entre la abscisa “X” entre “promedio” y “frecuente”, y entre la abscisa “Y” entre “promedio” y “frecuente”. Las palabras que estén sobre este cuadrante quieren decir que son palabras muy usadas, tanto en el aspecto nacional como en el internacional, a la hora de denominar programas y describir programas doctorales.

Descripción 4: Cuadrante Tres - Temáticas Importantes para los Doctorados Nacionales, pero Poco Relevantes para Doctorados Internacionales. En el cuadrante tres, se encuentra la distribución de los doctorados nacionales e internacionales, pero en esta ocasión corresponden a aquellas temáticas de los doctorados internacionales que no son frecuentemente encontrados según la documentación utilizada.

Sin embargo, para los doctorados nacionales son temas que a menudo son encontrados y que probablemente se deba al contexto que tiene el país en relación con estos programas. Probablemente, estos programas nacionales han tenido un alto impacto dentro del país, pero han sido poco explorados o no ha causado el mismo impacto en el extranjero. Se podría decir que los programas doctorales que se encuentren en este cuadrante son temáticas importantes para los doctorados nacionales, pero poco relevantes para doctorados internacionales.

En la figura 12, este cuadrante está definido entre la abscisa “X” entre “promedio” y “frecuente, y entre la abscisa “Y” entre “infrecuente” y promedio. Las palabras que estén sobre este cuadrante quieren decir que son palabras muy usadas en el aspecto nacional, pero no muy usadas en el aspecto internacional, a la hora de denominar y describir programas doctorales.

Descripción 5: Cuadrante Cuatro - Temáticas Poco Relevantes Tanto para los Doctorados Nacionales Como para Doctorados Internacionales. En el último y cuarto cuadrante, se encuentra la distribución de los programas doctorales nacionales e internacionales, pero con la particularidad de que estas temáticas no son frecuentemente encontradas ni para los doctorados nacionales ni para los doctorados internacionales, según la documentación revisada. Probablemente, esto se deba a que las temáticas que aquí se abordan han causado poco impacto tanto en los programas académicos doctorales nacionales y los internacionales. Se podría decir que los programas doctorales que se encuentren en este cuadrante son temáticas poco relevantes tanto para los doctorados internacionales y como para los doctorados internacionales.

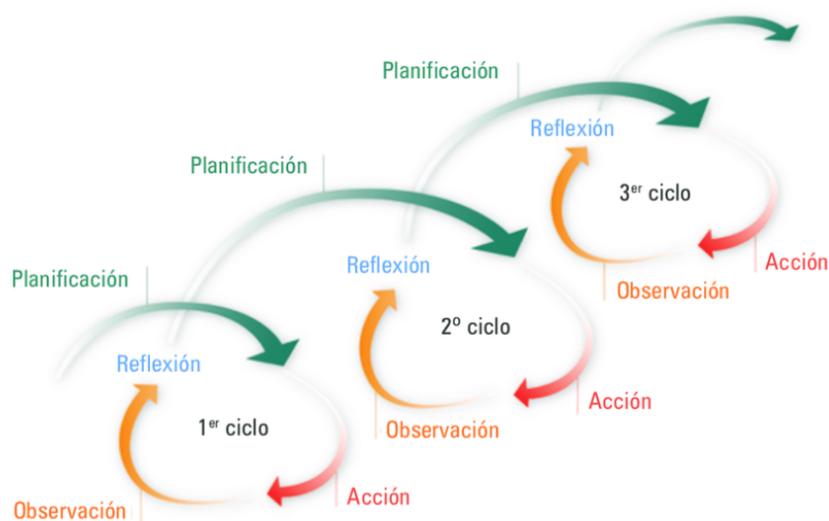
En la figura 12, este cuadrante está definido en la abscisa “X” entre “infrecuente” y “promedio, y en la abscisa “Y” entre “infrecuente” y “promedio”. Aquellas palabras que estén sobre este cuadrante quieren decir que son palabras muy poco usadas tanto en el aspecto internacional como en el nacional, al momento de denominar y describir programas académicos doctorales.

Planteamiento y Desarrollo de la Solución del Proyecto

A continuación, este capítulo aborda el planteamiento y el desarrollo de la solución del proyecto. La metodología utilizada en este proyecto es la metodología llamada “Investigación Acción”. Se hizo uso de esta metodología de debido a sus beneficios de tener retroalimentación continua con los diferentes actores involucrados. Esta metodología permite ejecutar el proyecto al mismo tiempo de tener retroalimentación para ajustar los diferentes parámetros de este.

Figura 13

Ejemplo de metodología investigación-acción



Fuente. Autor (Espeso-Molinero, 2017)

En términos generales, esta metodología representa un ciclo de mejora continua durante la fase de ejecución del proyecto, lo cual fue una pieza fundamental para el planteamiento y desarrollo de este. Los componentes con los que cuenta esta metodología son los siguientes:

1. Componente de Planificación: donde se planifica una ruta ejecución
2. Componente de Acción: donde se ejecuta y prueba la planificación

3. Componente de Evaluación: donde se revisa los resultados objetivos, versus los resultados esperados
4. Componente de Replanificación: donde se ajusta las variables, y se vuelve a planear.

A lo largo de la ejecución de este proyecto, se ejecutaron todos los componentes hasta tres veces, con el fin de ajustar las entradas de acuerdo con la necesidad que se tenía por parte de la ECBTI de las perspectivas y recomendaciones para el factor 1: denominación de programa doctoral asistido por computador

El desarrollo del proyecto tomando en cuenta la figura 11 que trata el mapa de ejecución para la solución del proyecto. El primer paso para la ejecución fue la recopilación de la información.

Para la contextualización de la solución se utilizará, como caso de estudio, la solicitud por parte de una universidad que quiere plantear su primer programa de doctorado para su escuela de ingenierías, que pueda encajar en temas relacionados con las tecnologías de la información, comunicaciones, ingeniería de sistemas e informática, así como computación. Para ello se recopiló información de programas de doctorado, que cumplieran las siguientes restricciones: i) que por su denominación sean programas de doctorado con relación con los requisitos planteados por la escuela de ingenierías, ii) programas de doctorado con un registro vigentes en el SNIES para el caso de programas nacionales (Colombia), iii) programas de doctorado en el contexto internacional que cumplan con los requisitos especificados.

Una vez consultada la información de los programas de doctorado en sus respectivas páginas web, se construye una base de datos (puede descargarse aquí <https://bit.ly/DBUniversidades>) que almacene el nombre de la universidad, un identificador que permita realizar una clasificación (binaria), en el caso de estudio, una clasificación entre

programas internacionales y programas nacionales, y un campo que almacene la información proporcionada por la página web del programa doctoral, esta información se almacena en texto plano y puede contener entre otras: El nombre del programa de doctorado, sus objetivos, sus líneas de investigación, el perfil de los estudiantes, el perfil de los egresados. Vale la pena resaltar que no es información normalizada en las páginas web de los programas, algunos presentan más información que otros.

A partir de este punto, para cada programa se debe extraer la información relevante y clave que permita hacer un análisis sistemático de la información contenida en sus páginas web, para ello.

Paso 1: Programas Doctorales Nacionales

Con el fin de recopilar la información, primero se seleccionaron algunas universidades nacionales como referencia para el ejercicio. Se seleccionaron primero para el ámbito nacional un total de 25 universidades en el territorio colombiano que tuvieran programas doctorales, según los siguientes parámetros: Los criterios de selección fueron:

Programas de doctorado orientado hacia la ingeniería de sistemas.

Nombres que aparecen aprobados en el SNIES (base de datos del Ministerio Nacional de Educación de Colombia).

Relevancia nacional en el área.

Relevancia para la ECBTI.

El listado completo de las 25 universidades nacionales seleccionadas se encuentra en el Apéndice C de este mismo documento.

Paso 2: Programas Doctorales Internacionales

Segundo, se seleccionaron algunas universidades extranjeras como referencia para el ejercicio. Con el objetivo de recopilar la información, se seleccionaron un total de 16 universidades internacionales con programas doctorales según los siguientes parámetros: Los criterios de selección fueron:

Programas de doctorado orientado hacia la ingeniería de sistemas.

Relevancia internacional en el área.

Programas doctorales que se encontraran en la lista entregada por el equipo de proyectos de la ECBTI.

El listado completo de las 16 universidades internacionales seleccionadas se encuentra en el Apéndice D de este mismo documento.

Paso 3: Obtención y Caracterización de Datos de Programas Nacionales e Internacionales

Según el alcance del proyecto, define únicamente la denominación de programas académicos. Sin embargo, también se obtuvo la información de la descripción de los programas. Por tanto, para las universidades nacionales e internacionales, se recolectó la siguiente información:

Nombre completo del programa

Descripción completa del programa

Se aclara que la información recolectada fue recopilada de las páginas web de las universidades seleccionadas, tanto nacionales como internacionales, entre las fechas junio a

octubre del 2022. Por lo que se descarta cualquier cambio que pudo haber ocurrido con la información después de esta fecha.

Dentro de las 25 universidades nacionales seleccionadas, se identificaron un total de 33 programas académicos de doctorado. Para ver el listado completo de los nombres de los programas doctorales nacionales, dirigirse al Apéndice E de este mismo documento.

Dentro de las 16 universidades internacionales seleccionadas, se identificaron un total de 20 programas académicos de doctorado. Para el ver listado completo de los nombres de los programas doctorales internacionales, dirigirse al Apéndice F de este mismo documento.

Una vez recopilada la información tanto de los nombres como la descripción de los programas académicos doctorales de las universidades nacionales y extranjeras, aparece en escena el motor NLP. El motor NLP tiene la tarea de determinar cuáles son las palabras claves y repetitivas que se utilizan en la información recopilada de universidades tanto para el nombre del programa como para la descripción de este. Se aclara que, tanto los nombres como las descripciones de los programas doctorales de las universidades nacionales y extranjeras fueron tomados textualmente de los sitios web de estas.

El resultado de la información recopilada sobre la descripción de los programas académicos doctorales de las universidades fue el siguiente.

Para las universidades nacionales, se obtuvo lo siguiente: Ver Apéndice G Descripción de los programas doctorales nacionales de este mismo documento

Para las universidades internacionales, se obtuvo lo siguiente: Ver Apéndice H Descripción de los programas doctorales internacionales de este mismo documento

Lo siguiente en la ejecución del proyecto fue el procesamiento de la información

Paso 4: Procesamiento de la Información

Para el procesamiento de información fue necesario realizar dos actividades, la primera se trató de preparar la información para ser procesada, y lo segundo de preparar el motor NLP con el fin de que pueda procesar la información previamente preparada. Esto se abordó de la siguiente manera, esto se realizó según la necesidad puntual de la ECBTI:

Preparación de Información

Una vez la información se recolectó, la información se preparó en un formato en particular con el objetivo de que esta pudiera ser leída por el motor NLP. Por la naturaleza del código en lenguaje Python en el que está escrito el motor NLP, la información debe ser parametrizada en un formato especial. Si este formato no se cumple, la información no puede ser procesada por el motor NLP. Como resultado de la preparación de la información, se obtuvo dos tipos de archivos en formato Microsoft Excel, uno para los nombres de los programas académicos doctorales de las universidades nacionales y extranjeras, y el otro para las descripciones de los programas académicos doctorales de las universidades nacionales y extranjeras. El formato en el que debe presentarse la información es el siguiente, para inciso representa una columna en los archivos de Microsoft Excel:

ID: Proveer Id, este debe ser único y sin espacios.

Universidad: Escribir el nombre o abreviación del nombre de la universidad.

Tipo: Escribir “nacional” si es una universidad nacional, o “internacional” si la universidad es extranjera.

Texto: Escribir todo el contenido de la información recopilada de los sitios web de las universidades. El primer archivo de entrada debe contener el nombre del programa, y el segundo archivo de entrada debe contener la descripción del programa.

Una recomendación importante es, una vez la información se prepara, se debe recordar los nombres dados a los archivos de formato Microsoft Excel. Estos nombres deben ser cargados como se nombraron exactamente en la nube, en este caso, se utilizó en la herramienta One Drive de Google como herramienta de almacenamiento. Una vez los archivos estén cargados en la herramienta OneDrive debe conocerse la ruta del archivo, esta ruta posteriormente es mencionada en los parámetros del motor NLP. Debe colocarse la información exacta tanto del nombre del archivo como de su ruta, con el fin de que estos archivos puedan ser leídos de manera satisfactoria.

A continuación, se encuentra dos ejemplos de cómo deben verse los archivos una vez que están preparados de acuerdo con el formato esperado por el motor NLP:

Tabla 1*Presentación de información en formato universidades nacionales*

ID	Universidad	Tipo	Texto
21	Universidad de la Costa	Nacional	Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación
22	Universidad Nacional de Colombia	Nacional	Doctorado en Ingeniería Sistemas e Informática
23	Universidad de los Andes	Nacional	Doctorado en Gestión de la Innovación Tecnológica
24	Universidad de los Andes	Nacional	Doctorado en Ingeniería Institución
25	Universitaria ITM	Nacional	Doctorado en Ingeniería
26	Universidad Pontificia Bolivariana	Nacional	Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación

Fuente. Autoría Propia

Tabla 2*Presentación de información en formato universidades internacionales*

ID	Universidad	Tipo	Texto
1	Universidad de Guadalajara	Internacional	Doctorado en Tecnologías de Información
2	Universidad de Granada Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente	Internacional	Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación
3	Pontificia Universidad Católica de Chile	Internacional	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
4	Pontificia Universidad Católica de Chile	Internacional	Doctorado en Ingeniería y Tecnología
5	Chile	Internacional	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería

Fuente. Autoría Propia

Una vez que la información de los programas académicos doctorales ha sido organizada en el formato esperado, lo siguiente es revisar el código del motor NLP con el fin de realizar los ajustes necesarios a los parámetros del motor, para que este pueda leer los archivos preparados.

Revisión del Código del Motor NLP

En este punto se revisó y ajustó el código para cada tipo de archivo preparado, primero fue el motor NLP comparará los datos y segundo también se ajustó librerías que generan gráficas, en este caso ScatterText. Los pasos realizados aquí fueron los siguientes:

Revisión del código del motor NLP, se aseguró que parámetros como la ubicación del archivo, el nombre del archivo de entrada y el nombre del archivo de salida estuvieran correctos, y estuvieran bien referenciados en el código.

También fue importante asegurarse que las variables en el ambiente estuvieran correctamente configuradas y fueran las mínimas requeridas con el fin de que el motor NLP pudiera ser ejecutado de manera satisfactoria.

Como se ha mencionado anteriormente, se resalta que el código utilizado para este proyecto es la compilación de varios escenarios de código abierto que fueron ajustados para la ejecución de la solución de este proyecto.

Este código principalmente que ha sido utilizado en algunos escenarios anteriores, por ejemplo, en el 2017, donde se realizó una revisión sobre los discursos que realizaron los candidatos, de los partidos Demócratas y Republicanos para las elecciones de 2012 en Estados Unidos. (Kessler, 2017)

Una vez que el código del motor NLP está ajustado con todos los parámetros necesarios, el siguiente paso fue la ejecución del motor NLP.

Paso 5: Ejecución del Motor NLP

Para la ejecución del motor NLP es necesario entender como el código del motor NLP está compuesto. En la siguiente figura se encuentra explicado en diagrama de bloques la secuencia necesaria para la ejecución del motor NLP.

Figura 14

Diagrama de bloques del código del motor NLP



Fuente. Autoría Propia

Cada vez que el motor NLP se desee ejecutar, debe seguirse la secuencia descrita en el diagrama anterior, esto con el fin de garantizar de que cada ejecución es una ejecución limpia, y las variables y datos de ejecuciones anteriores fueron eliminados.

Actualmente, este código del motor NLP se encuentra almacenado en la nube, específicamente en la herramienta OneDrive de Google, y su ejecución también es realizada en la nube a través de una plataforma de Google llamada Colab Research de Google. Se seleccionó esta herramienta de ejecución de Google debido a que permite tener un ambiente de ejecución propio, es capaz de ejecutar códigos en varios lenguajes de programación, es muy intuitiva y hasta cierto grado es de uso libre. Como se ha mencionado anteriormente, el código del motor NLP está escrito en lenguaje de programación Python.

Para ver el ejemplo del paso a paso de la ejecución del código del motor NLP, dirigirse al Apéndice I de este mismo documento.

Es importante mencionar que el código del motor NLP resuelve temas tales como la comparación de texto, encontrar similitudes entre palabras, extracción de similitudes de textos, entre algunas otras características. Una vez el motor NLP es ejecutado de manera satisfactoria, este produce un archivo de salida en formato HTML. Este archivo de salida puede ser abierto desde cualquier navegador de preferencia. Algo adicional que tiene el archivo de salida, es decir, el archivo HTML, es un pequeño motor de búsqueda dentro del mismo, esto sirve si se quisiera revisar de donde salen las palabras graficadas en puntos del plano cartesiano, la relación entre cuantas veces se utilizó la palabra en el aspecto nacional y cuantas veces se utilizó en el aspecto internacional, etc.

Se obtuvieron dos archivos de salida, uno de la comparación de los nombres de los programas doctorales nacionales e internacionales, y el otro archivo de la comparación de la descripción de los programas doctorales.

El siguiente paso se aborda la interpretación de las gráficas obtenidas dentro de los archivos de salida en formato HTML.

Paso 6: Interpretación de Gráficas Obtenidas

A continuación, se describió una guía general de cómo leer las gráficas obtenidas por el motor NLP. Principalmente, se trata de cómo interpretar estas gráficas, y de cómo obtener las recomendaciones y perspectivas de estas. Lo siguiente son diferentes enfoques que pueden ser tomados a manera de recomendaciones por los diseñadores de los programas académicos doctorales, dependiendo de que línea se desea llevar para tener la denominación del programa:

1. Si el enfoque para la denominación del programa que se desea tener para el programa académico quiere mostrar una completa relación entre las temáticas abordadas por los programas doctorales nacionales y los programas doctorales internacionales, se

sugiere utilizar los términos o palabras que se encuentran ubicadas en el plano cartesiano en el costado superior derecho de cada archivo. Es decir, en el cuadrante número dos.

2. Si el enfoque para la denominación del programa que se desea tener para el programa académico quiere mostrar una profunda relación con las temáticas abordadas por los programas académicos doctorales internacionales, pero quisiera mantenerse una distancia con los programas académicos nacionales, entonces se sugiere utilizar los términos o palabras que se encuentran ubicadas en el plano cartesiano en el costado superior izquierdo. Es decir, el cuadrante número uno.
3. Si el enfoque para la denominación del programa que se desea tener para el programa académico quiere mostrar una estrecha relación con las temáticas abordadas con por los programas académicos doctorales nacionales, pero quisiera mantenerse a distanciar respecto a los programas académicos internacionales, entonces se sugiere utilizar los términos o palabras que se encuentren ubicadas en el plano cartesiano en el costado inferior derecho. Es decir, el cuadrante número tres.
4. Si el enfoque para la denominación del programa que se desea tener para el programa académico quiere mostrar una distancia en relación con las temáticas abordadas tanto por los programas académicos doctorales nacionales como por los programas académicos doctorales internacionales, entonces se sugiere utilizar los términos o palabras que se encuentran ubicadas en el plan cartesiano en el costado inferior izquierdo. Es decir, el cuadrante número cuatro.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las gráficas que se encuentran en los dos archivos de salida generados por el motor NLP. Se reitera, como se ha mencionado

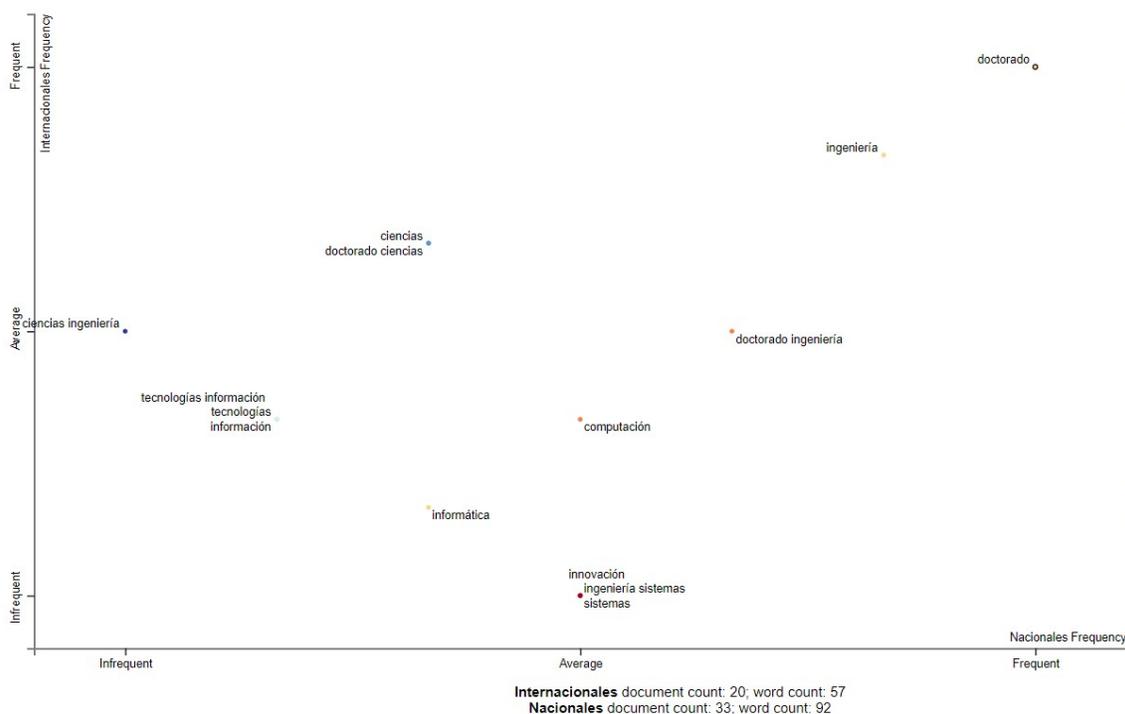
anteriormente, el objetivo del proyecto aborda únicamente el factor 1: la denominación del programa. Sin embargo, se realizaron dos ejercicios, el primero con los nombres de los programas doctorales existentes tanto para las universidades nacionales como para las universidades internacionales. Y el segundo, para la descripción de los programas académicos doctorales nacionales e internacionales. Los resultados son los siguientes:

Paso 7: Resultado del Comparativo de los Nombres de los Programas Doctorales

La siguiente figura representa la gráfica que arrojo el código del motor NLP como resultado de la comparación de los nombres de los programas académicos nacionales y los nombres de los programas académicos internacionales.

Figura 15

Gráfica del resultado del comparativo de los nombres de los programas doctorales



Fuente. Autoría Propia

Para este primer resultado de las recomendaciones y/o perspectivas de la denominación del programa, el código del motor NLP procesó un total de 57 palabras correspondientes a los 33 programas doctorales de las 25 universidades nacionales, y un total de 92 palabras correspondientes a los 20 programas doctorales de las 16 universidades internacionales.

Al visualizar la figura 15, se observa que la abscisa “X” corresponde a los programas académicos doctorales nacionales y que la abscisa “Y” corresponde a los programas académicos doctorales internacionales.

Para los programas académicos nacionales, el motor NLP procesó un total de 92 palabras del archivo de entrada. “Y”, para los programas académicos internacionales, el motor NLP procesó un total de 57 palabras del archivo de entrada.

Por otro lado, también cabe resaltar que el motor NLP tiene la funcionalidad se arroja un “top” de palabras de manera independiente que son utilizadas de manera frecuente o por los programas académicos doctorales nacionales o por los programas académicos doctorales internacionales. Para los programas nacionales se observa en el “top” de palabras, palabras como: “Sistemas”, “Ingeniería”, “Innovación”, entre algunas otras. Y para los programas internacionales se observa en el “top” de palabras, palabras como: “Ciencia”, “Ingeniería”, “Doctorado”, entre algunas otras.

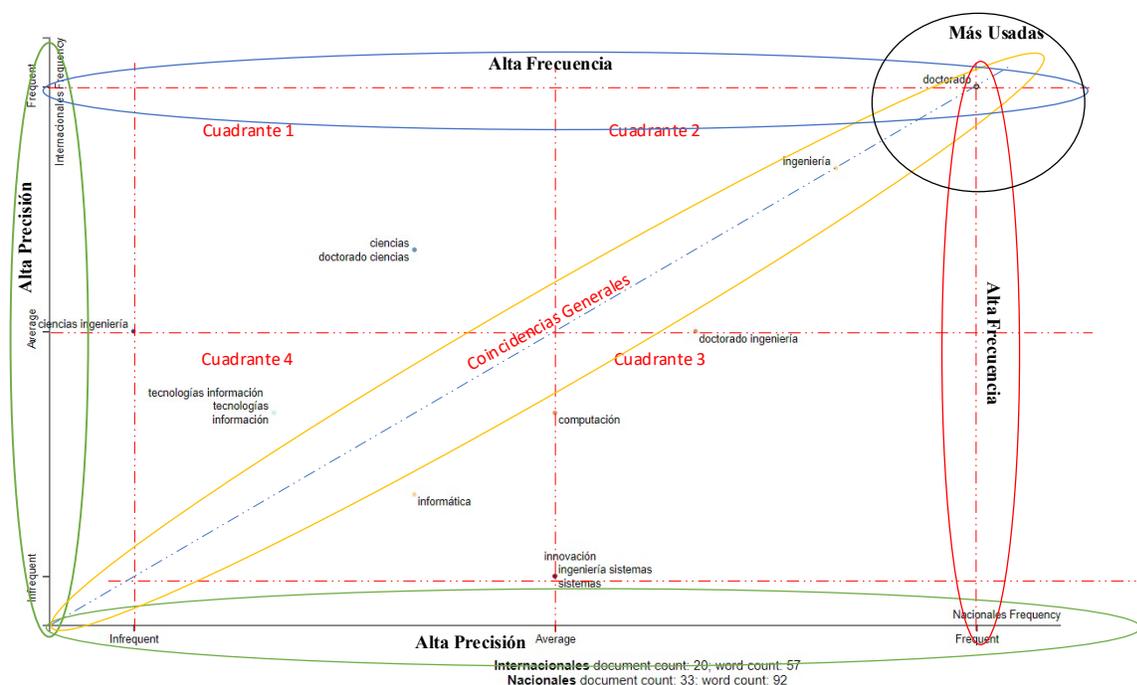
Seguido de esto, se procedió a agregar los cuadrantes mencionados en los numerales anteriores de este documento a la gráfica obtenida del resultado del comparativo de los nombres de los programas doctorales.

Resultado del Comparativo de los Nombres de los Programas Doctorales en Cuadrantes

La siguiente figura representa los resultados obtenidos del comparativo de los nombres de los programas doctorales nacionales e internacionales en cuadrantes. Una vez los resultados fueron obtenidos de los nombres de los programas doctorales, se procedió a ponerlos en los cuadrantes.

Figura 16

Gráfica de resultado de los nombres de los programas doctorales en cuadrantes



Fuente. Autoría Propia

Según las definiciones mencionadas en el capítulo anterior de este documento, y como se observa en la figura anterior, sobre la línea azul se representan las coincidencias generales. Se observa que, sobre la línea de coincidencias generales, dentro del cuadrante número dos, se encuentran dos palabras “doctorado” e “ingeniería”. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada, estas son las palabras, términos o temáticas más utilizados para

nombrar a los programas académicos doctorales nacionales y los programas académicos doctorales internacionales.

En el cuadrante número uno, se encuentran principalmente dos palabras, estas son “ciencia” y “doctorado”. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada, estas son las palabras, términos o temáticas más utilizadas para nombrar a los programas académicos internacionales pero que son infrecuentes en su uso para los programas académicos nacionales.

En el cuadrante número cuatro, se encuentran por lo menos tres palabras “tecnologías”, “información”, “informática”. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada, estas son las palabras, términos o temáticas menos frecuentes para los nombres tanto a los programas académicos doctorales internacionales como a los programas académicos doctorales nacionales.

En el cuadrante número tres, se encuentran palabras como “computación”, “sistemas”, “ingeniería”, “innovación”. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada, estas son las palabras, términos o temáticas que se usan con mayor frecuencia para nombrar los programas académicos doctorales nacionales, pero su uso es poco frecuente para los programas académicos doctorales internacionales.

A continuación, se presentan las sugerencias y/o perspectivas de la denominación del programa académico doctoral para la ECBTI de la UNAD.

Sugerencias y/o Perspectivas de la Denominación del Programa Académico Doctoral

Con base en los resultados obtenidos en el punto anterior, se presentan las recomendaciones y/o perspectivas para la denominación del programa académico doctoral para la ECBTI de la UNAD, estos son los siguientes:

Coincidencias generales y temáticas importantes tanto para los doctorados

nacionales como para los doctorados Internacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tener una similitud del nombre de los programas académicos doctorales nacionales e internacionales, la recomendación o perspectiva es que la denominación del programa debería contener las palabras “doctorado” e “ingeniería”. Por ejemplo, “Doctorado en Ingeniería”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante dos de la figura 16

Temáticas importantes para doctorados internacionales, pero poco relevantes para doctorados nacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tener una similitud respecto a los nombres de los programas académicos doctorales internacionales, pero mantener distancia respecto a los programas académicos doctorales nacionales, la recomendación o perspectiva es que la denominación del programa debería contener las palabras “ciencia” y/o “doctorado”. Por ejemplo, “Doctorado en Ciencia”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante uno de la figura 16.

Temáticas importantes para los doctorados nacionales, pero poco relevantes para doctorados internacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tener una similitud respecto a los nombres de los programas académicos doctorales nacionales, pero mantener distancia respecto a los programas académicos doctorales internacionales, la recomendación o perspectiva es que la denominación del programa debería contener las palabras “computación”, “sistemas”, “ingeniería” y/o “innovación”. Por ejemplo, “Doctorado en Ingeniería de Sistemas, Computación e Innovación”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante tres de la figura 16.

Temáticas poco relevantes tanto para los doctorados nacionales como para doctorados internacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tomar los nombres de los programas doctorales que son poco frecuentes tanto por los programas nacionales como para los programas internacionales, la recomendación o perspectiva es que la denominación del programa debería contener las palabras “tecnología”, “información” y/o “informática” Por ejemplo, “Doctorado en Tecnología de la Información” o “Doctorado en Tecnología Informática”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante cuatro de la figura 16.

Con lo anterior, se puede dar por concluido el ejercicio motivo de este proyecto. Sin embargo, continuando con la actividad adicional y proactiva mencionada anteriormente, se presentan el siguiente archivo de salida que corresponde a los resultados obtenidos en la gráfica en el archivo de salida generada por el motor NLP para la descripción de los programas académicos doctorales nacionales e internacionales. Los resultados son los siguientes:

Paso Extra: Resultado del Comparativo de las Descripciones de los Programas Doctorales

La siguiente figura representa la gráfica que arrojó el código del motor NLP como resultado de la comparación de las descripciones de los programas académicos doctorales nacionales y las descripciones de los programas académicos doctorales internacionales. Este ejercicio, aunque es extra del alcance del proyecto, se considera de gran importancia para la ECBTI de la UNAD, y que puede aportar gran valor en su búsqueda de un programa académico doctoral.

total de 7.277 palabras del archivo de entrada. Y, para los programas académicos internacionales, el motor NLP procesó un total de 3.161 palabras del archivo de entrada.

Por otro lado, también cabe resaltar que el motor NLP tiene la funcionalidad de arrojar un “top” de palabras de manera independiente que son utilizadas de manera frecuente o por los programas académicos doctorales nacionales o por los programas académicos doctorales internacionales. Para los programas nacionales se observa en el “top” de palabras, palabras como: “Innovación”, “Ingeniería”, “Procesos”, entre algunas otras. Y para los programas internacionales se observa en el “top” de palabras, palabras como: “información”, “Datos”, “informática”, entre algunas otras.

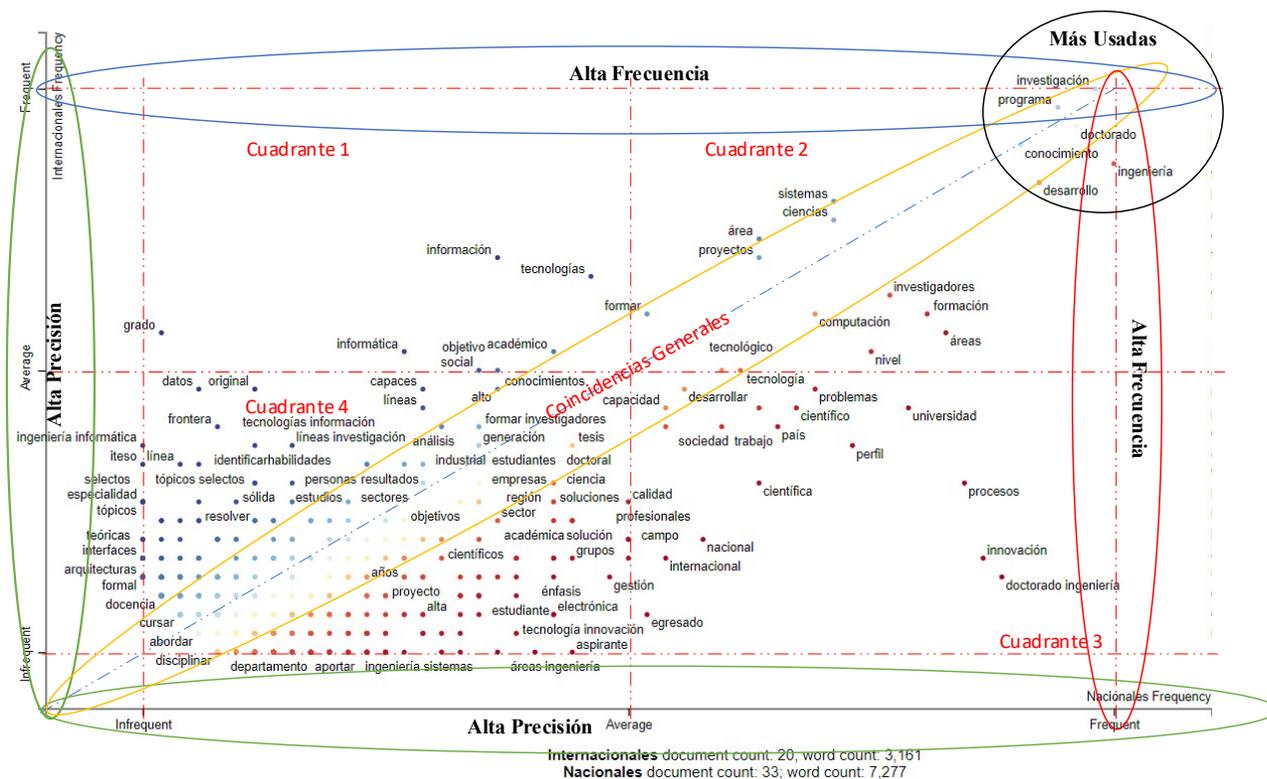
Seguido de esto, se procedió a agregar los cuadrantes mencionados en uno de los numerales de este documento a la gráfica del resultado del comparativo de las descripciones de los programas doctorales.

Resultado del Comparativo de la Descripción de los Programas Doctorales en Cuadrantes

La siguiente figura representa los resultados obtenidos del comparativo de las descripciones de los programas académicos doctorales nacionales, y de las descripciones de los programas académicos doctorales internacionales. Una vez los resultados fueron obtenidos, se procedió a ponerlos en cuadrantes.

Figura 18

Gráfica del resultado del comparativo de la descripción de los programas doctorales en cuadrantes



Fuente. Autoría Propia

Según las definiciones mencionadas en capítulos anteriores en este documento, como se observa en la figura anterior, sobre la línea azul se representan las coincidencias generales. Se observa que, sobre la línea de coincidencias generales, dentro del cuadrante número dos, se encuentran varias palabras como por ejemplo “doctorado”, “conocimiento”, “investigación”, “desarrollo”, “ingeniería”, entre algunas otras. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada, estas son las palabras, términos o temáticas más utilizadas dentro de la descripción de los programas académicos doctorales nacionales y los programas académicos doctorales internacionales.

En el cuadrante número uno, se encuentran principalmente las siguientes palabras “información”, “tecnología”, “informática”, “social”, entre algunas otras. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada en este proyecto, estas son las palabras, términos o temáticas más utilizadas en las descripciones de los programas académicos internacionales, pero que son infrecuentes en su uso para los programas académicos nacionales.

En el cuadrante número cuatro, se encuentran un gran número de palabras, algunas a destacar están “capaces”, “original”, “análisis”, “región”, “sector”, entre otras. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada en este proyecto, estas son las palabras, términos o temáticas menos frecuentes utilizadas para describir tanto a los programas académicos doctorales internacionales como a los programas académicos doctorales nacionales.

En el cuadrante número tres, se encuentran también un número importante de palabras, se resaltan palabras como “científico”, “innovación”, “perfil”, “sociedad”, entre algunas otras. Esto quiere decir que, basado en la documentación revisada en este proyecto, estas son las palabras, términos o temáticas que se usan con mayor frecuencia en la descripción de los programas académicos doctorales nacionales, pero su uso es poco frecuente para la descripción los programas académicos doctorales internacionales.

A continuación, se presentan las recomendaciones y/o perspectivas de las palabras que deberían contener la descripción del programa académico doctoral para la ECBTI de la UNAD dependiendo del enfoque que quisiera tener.

Sugerencias y/o Perspectivas de Palabras que la Descripción del Programa Académico

Doctoral Debería Incluir

Con base en los resultados obtenidos en el punto anterior, se presentan las recomendaciones y/o perspectivas para la descripción del programa académico doctoral para la ECBTI de la UNAD, estos son los siguientes:

Coincidencias generales y temáticas importantes tanto para los doctorados nacionales como para los doctorados Internacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tener una similitud con las palabras o temáticas utilizadas para la descripción de los programas académicos doctorales nacionales e internacionales, la recomendación o perspectiva de utilización de estas palabras serían: “doctorado”, “conocimiento”, “investigación”, “desarrollo”, “ingeniería”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante dos de la figura 18.

Temáticas importantes para doctorados internacionales, pero poco relevantes para doctorados nacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tener una similitud respecto a las palabras o temáticas utilizadas para la descripción de los programas académicos doctorales internacionales, pero mantener distancia respecto a los programas académicos doctorales nacionales, la recomendación o perspectiva es que las palabras o temáticas que debería contener la descripción sería: “información”, “tecnología”, “informática”, “social”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante uno de la figura 18.

Temáticas importantes para los doctorados nacionales, pero poco relevantes para doctorados internacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tener una similitud respecto a las palabras o temáticas

utilizadas para la descripción de los programas académicos doctorales nacionales, pero mantener distancia respecto a los programas académicos doctorales internacionales, la recomendación o perspectiva es que las palabras o temáticas que debería contener la descripción sería: “científico”, “innovación”, “perfil”, “sociedad”. ”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante tres de la figura 18.

Temáticas poco relevantes tanto para los doctorados nacionales como para doctorados internacionales: Según la documentación procesada para este proyecto, si la ECBTI de la UNAD quisiera adoptar la línea de tomar las palabras o temáticas menos usadas en las descripciones de los programas académicos doctorales nacionales y los internacionales, la recomendación sería: “capaces”, “original”, “análisis”, “región”, “sector”. Para ver todo el conjunto de palabras, ver el cuadrante cuatro de la figura 18.

Validación de Resultados Obtenidos en Relación con la Propuesta Presentada por la ECBTI

Finalmente, el equipo de trabajo de investigación de la Escuela Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia ha preparado un documento llamado “Documento De Condiciones De Calidad Programa” en el cual en su inciso número uno define la denominación del programa académico para el doctorado que está creando como “Doctorado en Tecnologías de Información” donde el título a expedir a los grados de este programa académico será “Doctor en Tecnologías de Información” (Delgado, y otros, 2022).

Uno de los referentes principales en los cuales se basó el equipo de trabajo para concluir con esta denominación fue la ACM y el IEEE en el Currículo de Tecnología de Información. Además, del documento CONPES 3995 sobre la Política Nacional de Confianza y Seguridad Digital 2020 del Gobierno Nacional.

Tomando como relación la denominación del programa propuesta por el equipo de trabajo de la ECBTI, es posible apreciar que existe una correlación directa con el modelo presentado en este proyecto.

En los incisos anteriores del presente documento, se mencionó que para las *“Temáticas poco relevantes tanto para los doctorados nacionales como para doctorados internacionales”* la recomendación o perspectiva de la denominación del programa fuera *“Por ejemplo, “Doctorado en Tecnología de la Información” o “Doctorado en Tecnología Informática”*”.

Esto quiere decir, que la denominación optada por el equipo de trabajo fue una de las opciones presentadas por este modelo asistido por computador basado en NLP, después de interpretar las gráficas y presentar las recomendaciones y perspectivas que dieron lugar.

En pocas palabras, podría decirse que quizás la ECBTI de la UNAD a través de esta elección de la denominación de su programa doctoral, está queriendo consolidarse como una de las pioneras en esta área tanto en el aspecto nacional como en el aspecto internacional, trayendo como referente no únicamente el área académica, sino el contexto nacional y referentes de investigación como lo es el IEEE.

Evaluación por Juicio de Expertos

Finalmente, con el fin de validar los datos del proyecto y el uso del modelo, se realizó una rúbrica de evaluación donde se les preguntó a tres expertos sobre por lo menos cinco aspectos de diferente perspectiva sobre el proyecto. A continuación, se presenta la rúbrica de evaluación enviada a los expertos.

1. ¿Cree Usted que los resultados obtenidos en forma de sugerencias y/o perspectivas generadas por el Modelo asistido por computador para la denominación del programa genera valor a la hora de definir un programa académico?
2. ¿Considera Usted que los resultados obtenidos por el Modelo podrían permitir a él(los) diseñador(es) de programas tomar decisiones basados en estos resultados a la hora de definir programas académicos?
3. ¿Afirmaría Usted que el marco utilizado para la obtención de sugerencias y/o perspectivas desarrollo en este proyecto fue el adecuado?
4. ¿Está de acuerdo Usted que el proceso de obtención, manipulación y análisis de datos de entrada es consecuente con los objetivos del proyecto presentado en el documento?
5. ¿El método utilizado en este proyecto permite el desarrollo de mejora continua para las instituciones a la hora de definir el nombre de los programas académicos?
6. ¿El método utilizado en este proyecto permitiría la reutilización del Modelo asistido por computador en otros procesos similares de tomada de decisiones, como, por ejemplo, denominación de la descripción de un programa académico, definición de líneas de investigación, etc.?

Por último, se le pidió al evaluador experto que diera una conclusión general del proyecto.

Las respuestas de los expertos se encuentran en el Apéndice J de este mismo documento. Sin embargo, a continuación, se presenta las conclusiones de cada uno de ellos:

Conclusión de la Rúbrica de Evaluación del Experto Número Uno

Perfil del evaluador:

Nombre: Sixto Enrique Campaña Bastidas

Formación pregrado: Ingeniero de Sistemas

Formación posgrado: Doctor en Ingeniería

Experiencia docente: 25 años

Experiencia investigación: 19 años

Experiencia área específica: 25 años

Conclusión del experto

El trabajo es interesante y supone una nueva aplicación de la IA, en especial de modelos de NLP enfocados para ayudar en la definición de programas académicos, ya sea para registro calificado o para procesos de alta calidad.

La herramienta con las variaciones y modificaciones respectivas puede ampliar su rango de acción y suponer nuevas aplicaciones, ya sea como complementos en los elementos de la definición de registros calificados de programas académicos, o en otras instancias donde el modelo NLP aplicado puede ayudar a definir elementos específicos, ya sea en investigación, administración, entre otros.

El desarrollo de la herramienta y la interpretación de la IA como apoyo en procesos de aplicación de modelos de NLP, permite identificar el avance y apropiación del investigador en los temas que relacionan la Maestría de Gestión de T.I. y los resultados de aprendizaje propuestos en la misma.

Conclusión de la Rúbrica de Evaluación del Experto Número Dos

Perfil del evaluador:

Nombre: Diana Marcela Cardona Román

Formación pregrado: Ingeniera de Sistemas

Formación posgrado: Maestría en Ingeniería-Ingeniería de sistemas y Computación; Doctorado en Ingeniería- Industria y Organizaciones

Experiencia docente: 13 años en Universidades Públicas como docente de pregrado y posgrado

Experiencia investigación: 4 años en Proyectos con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Proyectos con el MinEducación, Proyectos en la UNAD

Experiencia área específica: Programadora, Analista de Información

Conclusión del experto

En general, el proyecto tiene un alto impacto en cuanto al uso novedoso de una técnica de procesamiento de datos textuales y la aplicación para una actividad cotidiana en las instituciones educativas, como lo es, definir las denominaciones de nuevos programas académicos.

La utilización del Scattertext como técnica de visualización permite tener un mejor entendimiento de los datos, aunque es necesario la explicación analítica de los resultados, así como resaltar aquellos hallazgos de interés. El uso de métricas de dispersión estadística para el procesamiento de textos le otorga la rigurosidad y robustez al método propuesto y los resultados encontrados.

Considero que el título del documento resumen “Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) para la Creación de Programas Académicos en Educación Superior”, es un poco ambicioso, pues son muchos los aspectos que no considera, ahora si nos centramos en el factor 1 de denominación, estos resultados tienen una mayor coherencia, no obstante, faltaría, la propuesta de denominaciones de doctorado a partir del análisis realizado con PLN, es decir, ser más explícitos en cuanto a las sugerencias de denominaciones y de los elementos que pueden ser diferenciales. Ahora bien, si el título del trabajo es “Modelo basado en Procesamiento de Lenguaje Natural para el diseño de programas académicos asistido por computador factor 1: Denominación del programa”, le daría mayor protagonismo al método o modelo propuesto y por supuesto a las recomendaciones de nombres de programas.

Conclusión de la Rúbrica de Evaluación del Experto Número Tres

Perfil del evaluador:

Nombre: Albeiro Cuesta Mesa

Formación pregrado: Ingeniero de Sistemas

Formación posgrado: Doctor en Ingeniería de Software

Experiencia docente: 23 años

Experiencia investigación: 15 años

Experiencia área específica: 25 años

Conclusión del experto

El Procesamiento de Lenguaje Natural en la Creación de Programas Académicos en Educación Superior, se convierte en un modelo de gran importancia para realizar el estado del arte en el momento de trabajar la Denominación Académica de un programa.

Conclusiones

El modelo que se presenta en este trabajo es un modelo asistido por computador a través del motor NLP, con el uso de lenguaje de programación Python, el cual claramente puede ser tomado únicamente como una perspectiva o indicio de como potencialmente podría llamarse un programa académico doctoral en ingeniería, basado en la información suministrada. Sin embargo, se resalta que la calidad de la información obtenida es directamente proporcional a la calidad de la información suministrada como base de la información de los programas académicos doctorales en ingeniería existentes actualmente en el ámbito nacional e internacional.

Se destaca, también, que este modelo debe ser tomado en cuenta únicamente como una perspectiva adicional por parte de los diseñadores de programas académicos de las instituciones, al momento de considerar la creación de un nuevo programa. Si bien la información puede ser muy útil y generar gran valor para el diseñador, la denominación final del programa debe ser responsabilidad total de las personas encargadas por las instituciones para dicha labor.

El modelo puede proporcionar datos importantes como los visto en las imágenes anteriores, estos datos comparativos pueden dar ideas del tipo de programa que una institución quiera crear. Por ejemplo, si una institución desea crear un programa orientado o relacionado con el enfoque de las instituciones internacionales. O, por el contrario, si desea ser más sobre el rasgo nacional, puede tener recomendaciones para estos dos escenarios. O incluso si desea ser muy innovador y usar denominaciones que las instituciones nacional e internacional poco usan, también existen recomendaciones para este caso.

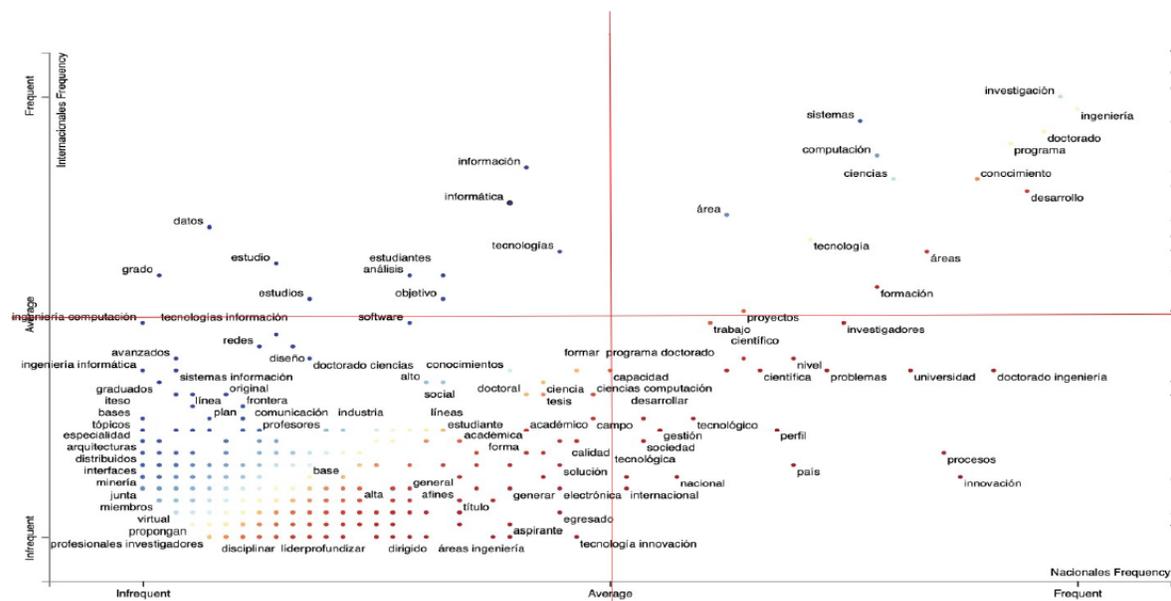
Fue posible validar la eficacia del modelo presentado en este proyecto en la correlación que se tuvo entre las recomendaciones dadas en este documento, y la elección final de la denominación del programa académico por parte del equipo de trabajo de la ECBTI.

Finalmente, el modelo puede ser ajustado y utilizado no únicamente con fuentes académicas, sino como se mencionó al comienzo de este documento, con fuentes o referentes laborales e industriales, si lo que se busca es tener un programa académico doctoral con características de la industria de hoy en día (Calero & Delgado, 2022)

Cada punto en la visualización de la siguiente figura (se puede descargar desde el siguiente enlace <https://bit.ly/HTMLFileView>), corresponde a una palabra o frase mencionada en las páginas de presentación de los programas de doctorado (relacionados con el uso de Tecnologías de información) tanto en un contexto nacional o internacional, los términos se colorean de acuerdo con su afiliación (que un término aparezca en una clase u otra, no la excluye de su aparición en una clase contraria que, simplemente, toma partido por la relación entre la frecuencia de aparición en ambas clases), rojo para los programas de doctorado nacionales, y azul para los programas de doctorado internacionales. Entre más cercano se encuentre un punto a la parte superior de la gráfica, más utilizado es ese término por los programas en un contexto internacional, mientras más a la derecha se encuentre un punto, es más frecuentemente encontrada en los programas de doctorado en un contexto nacional. Las palabras o frases frecuentemente usadas en los programas doctorales, tanto nacionales como internacionales, tales como “Investigación”, “Ingeniería”, “Doctorado”, “Sistemas”, “Computación”, “Ciencias” o “programa” aparecen en la esquina superior derecha del gráfico, lo cual coincide con la mayor frecuencia en la denominación de este tipo de programas de formación doctoral. En su contraparte izquierda aparecen aquellos términos que aparecen con menor frecuencia en las dos categorías analizadas.

Figura 19

ScatterText Plot para la comparación de programas de doctorado



Fuente. Autoría Propia

Elementos interesantes para resaltar suceden cerca de la esquina superior izquierda y en la esquina inferior derecha, en donde por ejemplo los “datos” que representa temáticas como minería de datos, bases de datos, ciencia de datos, ingeniería de datos, el análisis de datos es más frecuentemente encontrados en la presentación de programas extranjeros. Por ejemplo, términos como “innovación” en contextos como herramienta para la solución de problemas, innovación tecnológica, en la transferencia de tecnología, como herramienta para la productividad, como herramienta para el emprendimiento, como motor de desarrollo regional, para la sostenibilidad industrial, o “Doctorado en ingeniería” que de paso es la denominación más frecuentemente encontrada, son elementos propios de los programas nacionales.

Otro elemento a tener en cuenta, se encuentra en el cuadrante inferior izquierdo, este cuadrante concentra la información que parece incluir la información que distingue a los

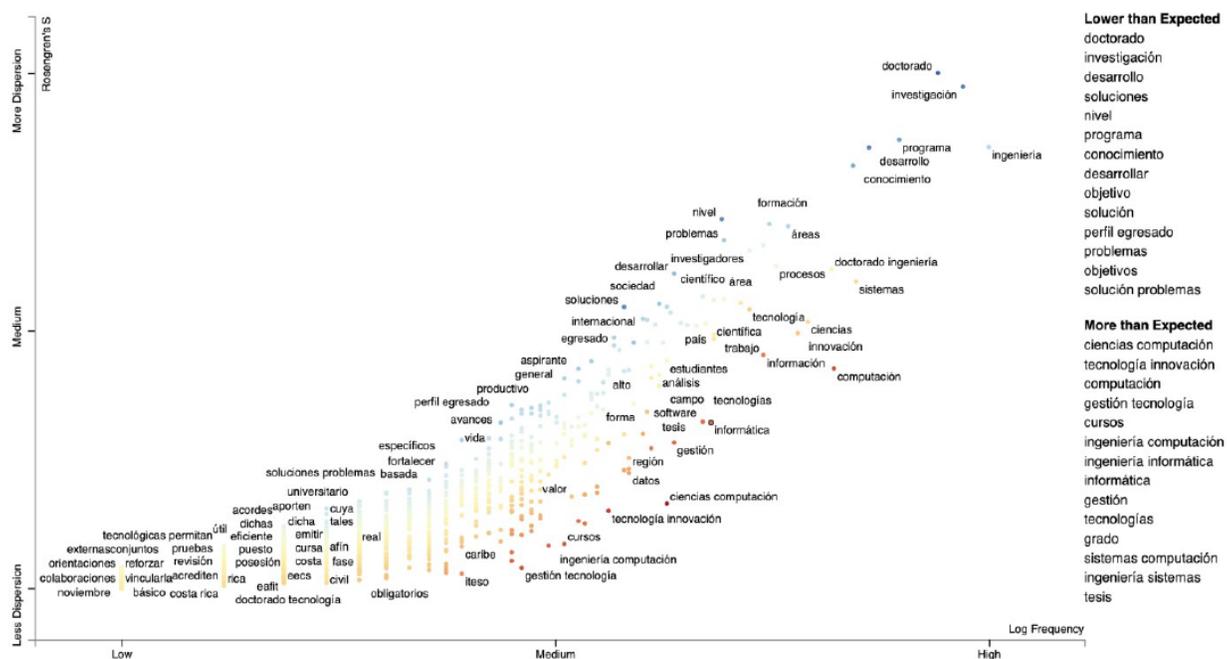
programas entre sí, por ejemplo el término “Virtual”, si bien corresponde a las palabras en bajas frecuencias de aparición, hacen referencia a posibles temáticas como realidad Virtual, también hace referencia a la modalidad en la que se oferta un doctorado, o frases como “Ingeniería computación”, “Tecnología información”, “Ingeniería informática”, “Software” que son nombres particulares que se les da a los programas de doctorado en un contexto internacional que pueden ser denominaciones emergentes o de interés.

Análisis de la Dispersión

En términos generales, teniendo en cuenta la información recopilada sin discriminación de las clases de análisis, interesa igualmente analizar los términos con relación la frecuencia de aparición y la dispersión sobre los documentos correspondientes a los programas de doctorado. Se utiliza en este caso la medida de dispersión de S de Rosengren (Gries, 2022), esta medida evalúa la variabilidad de frecuencias de las palabras en un corpus de texto. En particular, para el conjunto de textos provenientes de las páginas web de los programas de doctorado, esta medida permite calcular que tan equitativamente se distribuyen las frecuencias de un término en particular en todo el corpus. Los términos (palabras) tienden a aumentar en sus puntajes de dispersión a medida que se vuelven más frecuentes (suele existir una alta correlación. Los términos que más aparecen en las descripciones de los documentos, igualmente suelen aparecer en una mayor variedad de documentos a analizar), ver la siguiente figura (puede descargarse del siguiente enlace <https://bit.ly/HTMLConclusion>) este gráfico permite ubicar espacialmente aquellos términos importantes en la presentación de los doctorados, en un color azul se encuentran los términos una dispersión y frecuencia más alta, en rojo aquellos con frecuencias altas, pero dispersiones bajas.

Figura 20

Análisis de dispersión de términos en el conjunto de textos a analizar



Fuente. Autoría Propia

Valores de dispersión altos, acompañados de frecuencias altas de aparición de estos términos, sugieren que dichos términos se encuentran en la mayoría de las páginas web de los programas de doctorado analizadas, por otra parte, Por otro lado, una medida de dispersión baja sugiere que las frecuencias están relativamente concentradas, lo que puede indicar un conjunto más pequeño de palabras propias de unos cuantos programas doctorales. Para tener una idea más completa de la dispersión, ver la siguiente tabla, se presenta una muestra de los términos más comunes encontrados en el corpus, adicionalmente se calculan métricas como la medida de dispersión de Juilland's D es una métrica utilizada para cuantificar la diversidad léxica en un corpus de texto, o la métrica de KL-divergence la cual se utiliza para medir la similitud o la distancia entre dos distribuciones de probabilidad de palabras en diferentes corpus o conjuntos de

datos de texto, entre otras medidas como la Dispersión Promedio (DP), la Dispersión Promedio Normalizada (DP norm) que permite comparar corpus de diferentes tamaños, la Curva de Vocabulario (VC), la Desviación estándar tradicional (SD) y el rango de frecuencias (Range), que permiten comparar la dispersión de los términos en el corpus.

Figura 21

Muestra de los primeros 16 mayores valores de dispersión de términos en los programas de doctorado analizados ordenados de acuerdo con su frecuencia

Index	Frequency	Range	SD	VC	Juillard's D	Rosengren's S	DP	DP norm	KL-divergence
doctorado	354	57	2,828	0,642	0,915	0,937	0,195	0,195	0,185
investigación	297	56	4,068	0,781	0,918	0,912	0,207	0,208	0,225
programa	251	50	2,518	0,744	0,897	0,816	0,295	0,295	0,420
ingeniería	193	49	5,119	0,824	0,900	0,803	0,285	0,285	0,421
desarrollo	157	44	2,867	1,041	0,881	0,802	0,275	0,276	0,444
conocimiento	144	41	2,507	1,013	0,886	0,769	0,304	0,304	0,473
nivel	141	34	1,132	1,112	0,850	0,672	0,346	0,346	0,683
formación	124	36	1,554	1,108	0,867	0,663	0,368	0,368	0,687
áreas	122	39	1,909	1,196	0,816	0,659	0,386	0,386	0,744
problemas	104	32	1,350	1,305	0,846	0,633	0,383	0,384	0,780
universidad	97	33	1,896	1,404	0,815	0,624	0,405	0,405	0,868
investigadores	91	34	1,475	1,201	0,838	0,614	0,405	0,406	0,851
procesos	84	27	2,145	1,455	0,810	0,586	0,452	0,452	0,918
doctorado									
ingeniería	80	34	2,431	1,136	0,826	0,580	0,424	0,425	0,892
sistemas	77	36	3,742	1,481	0,810	0,558	0,477	0,477	1,101

Fuente. Autoría Propia

Referencias Bibliográficas

- Abad, J. (2019). *Aplicaciones de Procesamiento de Lenguaje Natural*. Aplicaciones de Procesamiento de Lenguaje Natural: <https://www.dail.es/aplicaciones-del-procesamiento-del-lenguaje-natural/>
- Banerjee, D. (24 de Julio de 2020). *India AI*. India AI: <https://indiaai.gov.in/article/natural-language-processing-nlp-simplified-a-step-by-step-guide>
- Briceño, B., & Fernandez, E. (2020). *Aplicando el procesamiento del lenguaje natural para clasificar artículos del coronavirus*. Blog del Banco Interamericano de Desarrollo: <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/aplicando-el-procesamiento-del-lenguaje-natural-para-clasificar-articulos-del-coronavirus/>
- Calero, D., & Delgado, D. (Julio de 2022). *LACCEI 2022*. LACCEI: https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/work_in_progress/WP701.pdf
- Delgado, D., Campaña, S., Cardona, D., Vásquez, D., Sánchez, D., Cuesta, A., . . . Calero, D. (2022). *Documento De Condiciones De Calidad Programa*. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD.
- Dhanasekaran, R. (2013). Insight into Information Extraction Method using Natural Language Processing Technique. *International Journal of Computer Science and Mobile Applications*, Vol 1 Issue 5.
- Espeso-Molinero, P. (2017). https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Los-ciclos-de-la-investigacion-accion-participativa_fig1_320629429
- Goldberg, Y. (2017). *Neural Network Methods in Natural Language Processing (Synthesis Lectures on Human Language Technologies)*.

- Goyal, C. (2021). *Analytics Vidhya*. Analytics Vidhya:
<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/part-1-step-by-step-guide-to-master-natural-language-processing-nlp-in-python/>
- Gries, S. T. (2022). *What do (most of) our dispersion measures measure (most)? Dispersion?*.
 Journal of Second Language Studies.
- Kanani, B. (2019). *Cosine Similarity – Text Similarity Metric*. Study Machine Learning:
<https://studymachinelearning.com/cosine-similarity-text-similarity-metric/>
- Kanani, B. (2020). *Jaccard Similarity – Text Similarity Metric in NLP*. Study Machine
 Learning: <https://studymachinelearning.com/jaccard-similarity-text-similarity-metric-in-nlp/>
- Kessler, J. S. (Abril de 2017). *Scattertext: a Browser-Based Tool for Visualizing how Corpora Differ*. Scattertext: a Browser-Based Tool for Visualizing how Corpora Differ:
<https://arxiv.org/pdf/1703.00565.pdf>
- Mihalcea, R., & Tarau, P. (2017). *Universidad del Norte de Texta*. Universidad del Norte de
 Texta: <https://web.eecs.umich.edu/~mihalcea/papers/mihalcea.emnlp04.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Ministerio de Educación Nacional*. Ministerio de
 Educación Nacional: <https://www.mineduacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Sistema-de-Educacion-Superior/235796:Creacion-de-programas-academicos>
- Moreno, A. (2018). *Instituto de Ingeniería del Conocimiento*. Instituto de Ingeniería del
 Conocimiento: <https://www.iic.uam.es/inteligencia/que-es-procesamiento-del-lenguaje-natural/>

- Moreno, A. (2021). *Instituto de Ingeniería del Conocimiento*. Instituto de Ingeniería del Conocimiento: <https://www.iic.uam.es/procesamiento-del-lenguaje-natural/aplicaciones-procesamiento-lenguaje-natural/>
- Opacich, J. (Enero de 2021). *Interpreting Scattertext: A seductive tool for plotting text*. Towards Data Science: <https://towardsdatascience.com/interpreting-scattertext-a-seductive-tool-for-plotting-text-2e94e5824858>
- Pérez, A. (2020). *Lenguaje en acción*. Lenguaje en acción: <https://ebin.pub/lenguaje-en-accion-lenguaje-propositos-funciones-y-su-relacion-con-la-lengua-9789587891539-9587891538.html>
- RAE. (2021). *RAE*. RAE: <https://dle.rae.es/lenguaje>
- Richarz, J., Wegewitz, S., Henn, S., & Muller, D. (2022). Graph-based research field analysis by the use of natural language processing: An overview of German energy research. *Technological Forecasting and Social Change*. Graph-based research field analysis by the use of natural language processing: An overview of German energy research: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162522006606>
- Ryan, J. (May de 2010). *Representational Style: The Central Role of Communication in Representation*. Representational Style: The Central Role of Communication in Representation: <https://web.stanford.edu/~jgrimmer/Dissertation.pdf>
- Schofield, A., & Mehr, L. (July de 2020). *Gender-Distinguishing Features in Film Dialogue*. Gender-Distinguishing Features in Film Dialogue: <https://aclanthology.org/W16-0204.pdf>

- Sharma, A. (2020). *Top 10 Applications of Natural Language Processing (NLP)*. Analytics Vidhya: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/07/top-10-applications-of-natural-language-processing-nlp/>
- Sisense. (2021). *Natural Language Understanding*. Sisense: <https://www.sisense.com/glossary/natural-language-understanding/>
- TELCEL. (2022). *TELCEL*. TELCEL <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/comunicacion-entre-maquinas#>
- Tingting, Z., Huang, Z., Wang, Y., Wen, C., Peng, Y., & Ye, Y. (May de 2022). *Information Extraction from the Text Data on Traditional Chinese Medicine: A Review on Tasks, Challenges, and Methods from 2010 to 2021*. National Library of Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9122692/>
- You-zhi, L., Zheng-ming, C., Ming, C., & Wen-tao, M. (2020). A Keyword Extraction Algorithm Based on Adaptive Related Entropy. *Computer and Modernization*.

Apéndices

Apéndice A

Ejemplo Similitud de Jaccard

Doc1= “Data is the new oil of the digital economy”

Doc2= “Data is a new oil”

$J(doc1, doc2)$

$$= \frac{\{ 'data', 'is', 'the', 'new', 'oil', 'of', 'digital', 'economy' \} \cap \{ 'data', 'is', 'a', 'new', 'oil' \}}{\{ 'data', 'is', 'the', 'new', 'oil', 'of', 'digital', 'economy' \} \cup \{ 'data', 'is', 'a', 'new', 'oil' \}}$$

$$J(doc1, doc2) = \frac{\{ 'data', 'is', 'the', 'new', 'oil' \}}{\{ 'data', 'is', 'the', 'new', 'oil', 'of', 'digital', 'economy', 'a' \}}$$

$$J(doc1, doc2) = \frac{4}{9}$$

$$J(doc1, doc2) = 0.4444$$

Apéndice B

Ejemplo Similitud de Coseno

Doc1= “Data is the new oil of the digital economy”

Doc2= “Data is a new oil”

Datos de ejemplo para similitud de coseno

	data	digital	economy	is	new	of	oil	the	a
doc_1	1	1	1	1	1	1	1	2	0
doc_2	1	0	0	1	1	0	1	0	1

Fuente: Autoría propia

doc_1= [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2,0]

doc_2= [1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0,1]

La primera parte de la ecuación se tiene

$$A * B = \sum_{i=1}^n A_i * B_i$$

$$A * B = (1 * 1) + (1 * 0) + (1 * 0) + (1 * 1) + (1 * 1) + (1 * 0) + (1 * 1) + (2 * 0) + (0 * 1)$$

$$A * B = 4$$

Segunda parte de la ecuación se tiene

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n Ai^2}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n Ai^2} = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 0^2}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n Ai^2} = \sqrt{11}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n Bi^2}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n Bi^2} = \sqrt{1^2 + 0^2 + 0^2 + 1^2 + 1^2 + 0^2 + 1^2 + 0^2 + 1^2}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n Bi^2} = \sqrt{5}$$

$$\text{Similitarity} = \cos(\emptyset) = \frac{4}{\sqrt{11} * \sqrt{5}}$$

$$\text{Similitarity} = \cos(\emptyset) = 0.53$$

Apéndice C

Lista de Universidades Nacionales Seleccionadas

Universidades Nacionales
Universidad de la Costa
Universidad Nacional de Colombia
Universidad de los Andes
Institución Universitaria ITM
Universidad Pontificia Bolivariana
Universidad del Cauca
Universidad de Caldas
Universidad del Valle
Universidad Industrial de Santander
Universidad Distrital
Universidad Javeriana
Universidad de la Sabana
Universidad EAFIT
Universidad del Norte
Universidad de Medellín
Universidad Autónoma de Bucaramanga
Universidad Tecnológica de Bolívar
Universidad EIA
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Universidad Militar Nueva Granada
Universidad Simón Bolívar
Universidad Tecnológica de Pereira
Universidad de Cartagena
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Fuente. Autoría propia (información obtenida de los sitios web de las universidades)

Apéndice D

Lista de Universidades Internacionales Seleccionadas

Universidades Internacionales
Universidad de Guadalajara
Universidad de Granada
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente
Pontificia Universidad Católica de Chile
Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Universidad de Chile
Universidad Internacional Iberoamericana
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Universidad de la Concepción
Universidad Técnica Federico Santa María
Universidad de Buenos Aires
Universidad de las Américas Puebla
Tecnológico de Costa Rica
Universidad Autónoma Metropolitana
Universidad Nacional de Córdoba

Fuente. Autoría propia (información obtenida de los sitios web de las universidades)

Apéndice E

Nombre de los programas doctorales nacionales

Universidad	Texto
Universidad de la Costa	Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación
Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ingeniería Sistemas e Informática
Universidad de los Andes	Doctorado en Gestión de la Innovación Tecnológica
Universidad de los Andes	Doctorado en Ingeniería
Institución Universitaria ITM	Doctorado en Ingeniería
Universidad Pontificia Bolivariana	Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación
Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ingeniería Sistemas y Computación
Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ingeniería Industria y Organizaciones
Universidad Nacional de Colombia	Doctorado en Ingeniería Sistemas e Informática
Universidad del Cauca	Doctorado en Ingeniería Telemática
Universidad de Caldas	Doctorado en Ingeniería
Universidad del Valle	Doctorado en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad Industrial de Santander	Doctorado en Ciencias de la Computación
Universidad Industrial de Santander	Doctorado en Ingeniería
Universidad Distrital	Doctorado en Ingeniería
Universidad Javeriana	Doctorado en Ingeniería
Universidad de la Sabana	Doctorado en Ingeniería
Universidad de la Sabana	Doctorado en Innovación Educativa
Universidad EAFIT	Doctorado en Ingeniería
Universidad del Norte	Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación
Universidad de Medellín	Doctorado en Ingeniería
Universidad Autónoma de Bucaramanga	Doctorado en Ingeniería
Universidad Tecnológica de Bolívar	Doctorado en Ingeniería
Universidad EIA	Doctorado en Ingeniería
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Doctorado en Ingeniería
Universidad del Cauca	Doctorado en Ciencias de la Computación

Universidad Militar Nueva Granada	Doctorado en Ingeniería
Universidad Simón Bolívar	Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación
Universidad Tecnológica de Pereira	Doctorado en Ingeniería
Universidad de Cartagena	Doctorado en Ingeniería
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	Doctorado en Ingeniería
Universidad Pontificia Bolivariana	Doctorado en Ingeniería
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Doctorado en Ingeniería

Fuente. Autoría propia (información obtenida de los sitios web de las universidades)

Apéndice F

Nombre de los programas doctorales internacionales

Universidad	Texto
Universidad de Guadalajara	Doctorado en Tecnologías de Información
Universidad de Granada	Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
Pontificia Universidad Católica de Chile	Doctorado en Ingeniería y Tecnología
Pontificia Universidad Católica de Chile	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México	Doctorado en Ciencia e Ingeniería de la Computación
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Doctorado en Ciencias de Ingeniería
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Doctorado en Ciencias Computacionales
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Doctorado en Nanotecnología
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Doctorado en Biotecnología
Universidad de Chile	Doctorado en Computación
Universidad Internacional Iberoamericana	Doctorado en Proyectos
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Doctorado en Ingeniería Informática
Universidad de la Concepción	Doctorado en Ciencias de la Computación
Universidad Técnica Federico Santa María	Doctorado en Ingeniería Informática
Universidad de Buenos Aires	Doctorado en Ciencias Sociales
Universidad de las Américas Puebla	Doctorado en Ciencia
Tecnológico de Costa Rica	Doctorado en Ingeniería
Universidad Autónoma Metropolitana	Doctorado en Ciencias y Tecnologías de la Información
Universidad Nacional de Córdoba	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería

Fuente. Autoría propia (información obtenida de los sitios web de las universidades)

Apéndice G

Descripción de los programas doctorales nacionales

Universidad	Texto
Universidad de la Costa	<p>El Programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación, adscrito al Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica de la Universidad de la Costa – CUC, consciente de que el factor de mayor incidencia y que jalona el desarrollo social y económico del país, es la investigación y su aplicación a las necesidades del contexto; proyecta la formación de doctores que a través de la reflexión crítica, revisión y acción participativa, propongan proyectos que incidan positivamente en el medio en el que se desenvuelve. Afrontando los retos propios de su ámbito disciplinar y de las correlaciones del suyo con otros ámbitos, desde su accionar como investigador.</p> <p>Dirigido A</p> <p>El programa está abierto a profesionales e investigadores de áreas de ingeniería: Sistemas, Electrónica, Industrial y afines.</p> <p>Los aspirantes deben percibir el programa como un medio para adquirir herramientas metodológicas, profundizar sus conocimientos y cultivar competencias de investigación en el área de conocimiento elegida.</p>
Universidad Nacional de Colombia	<p>Perfil del Aspirante</p> <p>El Doctorado está dirigido a aquellas personas que posean título de Maestría en cualquier campo que tenga afinidad con las áreas de investigación en Sistemas e Informática.</p> <p>Perfil del Egresado</p> <p>El programa busca formar investigadores al nivel más elevado para desempeñarse autónomamente en los campos del conocimiento asociados a las áreas del programa; capaces de crear, adaptar e innovar para obtener procesos cada vez más eficientes, técnica, económica y ambientalmente. Investigadores que puedan aportar al desarrollo de la ingeniería nacional al agregar valor a la producción e incorporar conocimiento a</p>

	<p>sus productos. Docentes e investigadores que fomenten la interacción real entre la Universidad y la Sociedad para el estudio y solución de problemas de carácter ingenieril. La Universidad Nacional de Colombia, como principal institución de educación superior del país, mediante un proceso objetivo de admisión, enmarcado en sólidos principios de equidad, transparencia y calidad, selecciona a los mejores profesionales del país para ser los futuros estudiantes de la Institución en sus programas curriculares de posgrado, en estricto cumplimiento de los requisitos específicos de cada programa curricular y teniendo como criterio exclusivo de ingreso la presentación y aprobación de las pruebas programadas y coordinadas por la Dirección Nacional de Admisiones, en colaboración con los respectivos Programas.</p> <p>Las convocatorias de admisión, la guía paso a paso y los requisitos de ingreso, se publican semestralmente en los sitios web www.admisiones.unal.edu.co y www.minas.medellin.unal.edu.co – Oferta Académica – Admisiones Posgrado. El Doctorado en Ingeniería - Sistemas e Informática forma investigadores en ingeniería capaces de crear, adaptar e innovar para obtener procesos cada vez más eficientes, técnica, económica y ambientalmente en las áreas de Investigación de Operaciones, Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software; permitiendo el aporte al desarrollo de la ingeniería nacional al agregar valor a la producción e incorporar conocimiento en los procesos.</p>
<p>Universidad de los Andes</p>	<p>El programa tiene como objetivo formar líderes capaces de identificar, plantear y resolver necesidades del sector privado y público colombiano, a través del desarrollo de proyectos en equipos multi- y transdisciplinarios, Empleando herramientas de innovación y tecnología que generen valor, aumenten la productividad y promuevan el cambio y crecimiento y mejores lazos con el sector público y privado, entendemos sus contextos sostenibles al interior de las organizaciones.</p> <p>Este programa está dirigido a profesionales de la Ingeniería, Ciencias, Administración y Economía, Comunicación, Diseño o profesiones que tengan experiencia en labores relacionadas con investigación, desarrollo o innovación de productos o servicios. El programa es orientado a profesionales con buena capacidad de abstracción espacial y razonamiento lógico, con alta sensibilidad social y entusiasmo por aportar al desarrollo</p>

	<p>económico empresarial, con capacidad para trabajar en equipo, proactivos, con interés en la resolución de problemas, con orientación al logro, con la habilidad de aprender rápidamente y que se sientan confortables en esquemas de trabajo no convencionales en donde prevalecen herramientas de sistemas de pensamiento no lineal.</p>
<p>Universidad de los Andes</p>	<p>El programa de Doctorado en Ingeniería tiene como objetivo la formación de investigadores capaces de realizar y orientar, en forma autónoma, investigaciones que sean un aporte al avance de la ciencia y de la tecnología en Colombia y que sean reconocidas por la comunidad académica nacional e internacional.</p> <p>El programa de doctorado en Ingeniería contempla una escolaridad mínima de ciento ocho (108) créditos incluido un número de cursos de fundamentación equivalente a cuarenta (40) créditos y un trabajo de investigación conducente a la tesis equivalente a sesenta y ocho (68) créditos. El trabajo de investigación finalizará con la sustentación de la tesis.</p> <p>Los cursos de fundamentación son cursos de posgrado (nivel 4 o nivel 6) acordados previamente con el director de tesis. Se podrán homologar cursos de maestría tomados por el estudiante con la aprobación del comité de doctorado. Igualmente podrán tomar hasta dos cursos de cualquier pregrado en la Universidad, siempre y cuando tenga relación con el tema de investigación del estudiante y cuente con la aprobación del comité de doctorado.</p> <p>La duración mínima del programa doctoral es tres años y la máxima ocho años.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La residencia mínima en la Universidad de los Andes es de un año. • La residencia mínima en una institución de otro país, bajo la asesoría de su codirector de tesis, es de un semestre académico. La pasantía podrá adelantarse de manera continua o intermitente, según lo plantee el estudiante con aval de su director y del comité de doctorado respectivo.

	<p>Adicionalmente los estudiantes deben cumplir con un requisito de dominio del idioma inglés.</p>
<p>Institución Universitari a ITM</p>	<p>Dirigido a</p> <p>Perfil Convocado</p> <p>Profesionales afines en las áreas de énfasis ofrecidas por el programa</p> <p>Objeto de Formación</p> <p>El programa de Doctorado en Ingeniería del ITM se fundamenta en la investigación bajo los principios del método científico en las áreas de ingeniería en las cuales el ITM tiene fortalezas, con el fin de realizar aportes científicos en pro de la sociedad y los diferentes sectores regionales y nacionales. El programa incentivará la cooperación y el autoaprendizaje que estimulen el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias disciplinares e interdisciplinares para una formación investigativa de alto nivel.</p> <p>Perfil Profesional</p> <p>El egresado del programa de Doctorado en Ingeniería del Instituto Tecnológico Metropolitano –ITM contará con el siguiente perfil profesional:</p> <p>Analiza, comprende e interpreta fenómenos y procesos de ingeniería para proponer nuevos esquemas de conocimiento asociados con alguna de las áreas de énfasis del programa.</p> <p>Revisa, estudia y prueba técnica, modelos, métodos, teorías y herramientas para solucionar problemas de ingeniería en alguna de las áreas de énfasis del programa, a fin de experimentar y proponer nuevas configuraciones, usos o aplicaciones.</p> <p>Cuenta con un alto nivel de abstracción para reconocer el impacto de las soluciones científicas de ingeniería en el contexto global de la sociedad y los diferentes sectores económicos.</p>

	<p>Plantea problemas científicos y formaliza modelos de conocimiento dentro de estructuras conceptuales más complejas, a fin ayudar a la comprensión de fenómenos asociados con el ejercicio de la ingeniería en alguna de las áreas de énfasis del programa.</p> <p>Reconoce y comprende cadenas de innovación asociadas con el ejercicio de la ingeniería en alguna de las áreas de énfasis del programa, y desde la novedad del conocimiento está en capacidad de aportar valor.</p> <p>Perfil Ocupacional</p> <p>Los campos de ocupación del egresado del Doctorado en Ingeniería del ITM son:</p> <p>Director/investigador en proyectos de desarrollo científico y tecnológico, en unidades de investigación y de desarrollo en empresas</p> <p>Fundador/creador de empresas spin-off.</p> <p>Asesor/consultor científico de entidades y organismos nacionales e internacionales.</p> <p>Investigador calificado en las áreas de énfasis del programa y afines, para el desarrollo de proyectos de generación, transferencia y apropiación de conocimientos y tecnologías.</p> <p>Profesor universitario de pregrado y posgrado.</p> <p>Áreas de Énfasis</p> <p>Automática, electrónica y ciencias computacionales</p> <p>Materiales y energía</p> <p>Ingeniería biomédica</p>
<p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>Los representantes del ámbito público, los sectores productivos y las instituciones de educación superior han coincidido en insistir públicamente en la necesidad de que Colombia avance rápidamente en el terreno del progreso científico y tecnológico, como condición indispensable para continuar construyendo el camino hacia el desarrollo económico y social, esto requiere de gestores tecnológicos que orienten de forma adecuada el rumbo de la ciencia y la tecnología en el país hacia estos propósitos.</p> <p>El Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Pontificia Bolivariana, pretende que los resultados de las investigaciones derivados de este nivel de formación contribuyan a la solución de problemas reales con la incorporación y uso</p>

del conocimiento científico y tecnológico que expandan la frontera actual del conocimiento en la gestión de la tecnología y la innovación, en cuanto a los principios teóricos y conceptuales medulares, así como en las metodologías y herramientas; con el fin de aportar al desarrollo de los procesos productivos y de gestión de las organizaciones y a la construcción de las políticas científico tecnológicas que permitan, de manera asertiva y eficiente, orientar el desarrollo económico y social de un territorio o nación hacia niveles de mayor competitividad y sostenibilidad.

Dirigido a:

Profesionales de todas las áreas del saber interesados en generar nuevo conocimiento relacionado con las técnicas y metodologías para gestionar los procesos de desarrollo científico y tecnológico en todo tipo de organizaciones.

Perfil del egresado:

El Doctor en Gestión de la Tecnología y la Innovación podrá ocupar cargos directivos:

Responsables de la formulación, desarrollo, seguimiento y evaluación de las políticas y estrategias empresariales relacionadas con la tecnología y la innovación.

En centros de investigación, capacitación, productividad o similares orientados al desarrollo tecnológico de los sectores productivos.

En instituciones de educación superior responsables del desarrollo académico, investigativo y científico.

En organizaciones no gubernamentales con responsabilidades de desarrollo científico - tecnológico de comunidades académicas, productivas o sociales.

En entidades públicas con responsabilidades de formulación, desarrollo, seguimiento y/o evaluación de políticas, estrategias y mecanismos de desarrollo científico - tecnológico.

Rutas de investigación:

	<p>Principios y funciones de la gestión de la tecnología y la innovación: Busca expandir la frontera actual del conocimiento en cuanto a los principios teóricos y conceptuales medulares del campo de estudio, así como profundizar en el desarrollo y formas de aplicación de las funciones tecnológicas.</p> <p>Metodologías y procesos para el desarrollo de capacidades de innovación: Busca expandir la frontera actual del conocimiento en cuanto a las metodologías y herramientas para la gestión de la tecnología y la innovación que permitan mejorar las capacidades de desarrollo tecnológico e innovación en las organizaciones y sistemas sociales.</p>
Universidad Nacional de Colombia	<p>Perfil del Aspirante</p> <p>Profesionales interesados en investigar en las diferentes áreas relacionadas con las líneas de investigación del programa. Con experiencia en investigación, sustentada en publicaciones y/o en la participación en proyectos de investigación. Tener título de Maestría y pregrado en Ingeniería de Sistemas o en un área afín con los Sistemas de Computación e Informática.</p> <p>Perfil del Egresado</p> <p>Los egresados de este programa estarán capacitados para proponer, dirigir y realizar investigación de manera autónoma, producir conocimiento original y aplicarlo en la solución de problemas del mundo real, además de participar en la construcción de comunidades académicas/científicas en el área de Sistemas y Computación.</p> <p>OBJETIVOS</p> <p>El objetivo específico de formación del plan de estudios es:</p> <p>Formar investigadores desarrollando competencias para proponer, dirigir y realizar investigación de manera autónoma, produciendo conocimiento original y participando en la construcción de comunidades académicas en el área de Ingeniería de Sistemas y Computación.</p>
Universidad Nacional de Colombia	<p>Perfil del Aspirante</p> <p>Profesionales con vocación de investigadores en áreas relativas a las líneas de investigación del Doctorado.</p> <p>Los candidatos del Doctorado deberán mostrar interés y experiencia en investigación;</p>

	<p>estar adscritos a grupos de investigación y estar comprometidos con su trabajo académico de acuerdo con la autonomía y la disciplina que requiere este tipo de labores universitarias.</p> <p>El aspirante debe contar con disponibilidad de tiempo completo para dedicarse al estudio del Doctorado.</p> <p>Perfil del Egresado</p> <p>Las características más importantes del egresado del doctorado son:</p> <p>Participar en la construcción de comunidades académicas en el área de ingeniería industrial.</p> <p>Analizar problemas de ingeniería con el fin de generar soluciones mediante modelos empleando herramientas matemáticas estadísticas, computacionales y de simulación.</p> <p>Estudiar y evaluar sistemas de información, de gestión del conocimiento, de la tecnología y de la innovación desde una perspectiva integral e interdisciplinaria para promover el desarrollo tecnológico.</p> <p>Diseñar y proponer teorías, técnicas y aplicaciones para el mejoramiento continuo de la efectividad, eficiencia y calidad en la industria y en las empresas.</p> <p>OBJETIVOS</p> <p>El objetivo general de formación del plan de estudios es:</p> <p>Formar investigadores con competencias para proponer, dirigir y realizar investigación de manera autónoma, producir conocimiento original y participar en la construcción de comunidades académicas en el área de ingeniería industrial.</p>
<p>Universidad Nacional de Colombia</p>	<p>El Doctorado en Ingeniería - Sistemas e Informática forma investigadores en ingeniería capaces de crear, adaptar e innovar para obtener procesos cada vez más eficientes, técnica, económica y ambientalmente en las áreas de Investigación de Operaciones, Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software; permitiendo el aporte al desarrollo de la ingeniería nacional al agregar valor a la producción e incorporar conocimiento en los procesos.</p> <p>Perfil del Aspirante</p> <p>El Doctorado está dirigido a aquellas personas que posean título de Maestría en cualquier campo que tenga afinidad con las áreas de investigación en Sistemas e</p>

Informática.

Perfil del Egresado

El programa busca formar investigadores al nivel más elevado para desempeñarse autónomamente en los campos del conocimiento asociados a las áreas del programa; capaces de crear, adaptar e innovar para obtener procesos cada vez más eficientes, técnica, económica y ambientalmente. Investigadores que puedan aportar al desarrollo de la ingeniería nacional al agregar valor a la producción e incorporar conocimiento a sus productos. Docentes e investigadores que fomenten la interacción real entre la Universidad y la Sociedad para el estudio y solución de problemas de carácter ingenieril.

Objetivos del Programa

Los objetivos generales del programa son:

1. Formar investigadores en ingeniería que puedan desempeñarse de manera autónoma en las áreas que sirven de base al programa, mediante la realización de un trabajo de tesis individual que represente un aporte científico o tecnológico.
2. Capacitar profesores universitarios que incrementen y mejoren el trabajo docente e investigativo en el país.
3. Estimular en los profesionales adscritos al Programa una capacidad creativa e innovadora.
4. Fomentar la interacción entre la universidad y su entorno para el desarrollo de estudios e investigaciones y para el intercambio de experiencias en el campo de la ingeniería.
5. Formar profesionales de la ingeniería, de alta calificación, capaces de analizar y generar procesos de transformación para beneficio nacional.
6. Inducir la creación de una base científica y tecnológica nacional que permita abordar con propiedad los problemas de interés nacional y sus soluciones.
7. Fomentar el trabajo interdisciplinario entre los estudiantes.

	<p>Los objetivos específicos de formación del plan de estudios son:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Formar investigadores autónomos con capacidad de proponer, dirigir y realizar actividades que conduzcan a la generación de conocimiento en áreas tales como: ingeniería de software, inteligencia artificial, investigación de operaciones y teleinformática. · Formar investigadores que puedan aportar al desarrollo de la ingeniería nacional al agregar valor a la producción e incorporar conocimiento a sus productos.
<p>Universidad del Cauca</p>	<p>La Telemática se refiere a un área del saber surgida de la integración de otras dos con mayor trayectoria: las telecomunicaciones y la informática. Comprende el conjunto de técnicas y procedimientos necesarios para el análisis, diseño, implementación, integración, pruebas y distribución de: sistemas y servicios de telecomunicaciones soportados por componentes informáticos, sistemas y servicios informáticos o de tratamiento de información que requieren de un componente de telecomunicaciones, y soluciones que integren las tecnologías de la información y la comunicación en campos tan diversos como la salud, el medio ambiente, la educación o la agroindustria.</p> <p>El Programa de doctorado busca consolidar la actividad de investigación y desarrollo tecnológico en el área de la Ingeniería Telemática, en estrecha relación con los problemas regionales y nacionales, y con una participación activa en el seno la comunidad académica internacional.</p> <p>OBJETIVOS DEL PROGRAMA</p> <p>Ofrecer a los alumnos un entorno apropiado en el cual adquieran una sólida formación para realizar actividades de investigación en los aspectos relacionados con los componentes (físicos y lógicos) de los sistemas y servicios telemáticos, orientadas a la adaptación y el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación en el medio colombiano. Suministrar a los participantes una sólida fundamentación teórica y metodología en los componentes de los sistemas y servicios telemáticos, partiendo desde sus conceptos básicos hasta los más avanzados.</p> <p>Crear un ambiente propicio que permita aprovechar al máximo todos los recursos humanos, técnicos y físicos del Departamento de Telemática, para el desarrollo científico, tecnológico, social y económico del país. Vincular al trabajo del Departamento de Telemática a los jóvenes ingenieros más sobresalientes y lograr su formación y competencia para el ejercicio académico e investigativo de alta calidad.</p> <p>Establecer un espacio académico adecuado que identifique las necesidades más</p>

	<p>importantes del país y plantee alternativas de solución.</p> <p>Realizar contribuciones originales y significativas al avance de la ciencia y/o la tecnología.</p> <p>Perfil general del Egresado</p> <p>Perfil del aspirante</p> <p>El Doctorado en Ingeniería Telemática está dirigido a profesionales con título en las áreas de Electrónica, Telecomunicaciones, Informática o afines.</p> <p>Quienes posean título de Magíster en las áreas de Electrónica, Telecomunicaciones, Informática o afines pueden aspirar a ingresar en forma directa al Ciclo de Formación Doctoral.</p> <p>Perfil del egresado</p> <p>Los egresados del Programa tendrán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una formación académica con la calificación pertinente y con un nivel de competencia internacional, en el campo de los sistemas telemáticos. - Una visión de las tendencias del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación. - Un entendimiento global de los aspectos técnicos, económicos, sociales y políticos de la asimilación y uso de estas tecnologías en el medio colombiano. - Las herramientas metodológicas para utilizarlas en la formulación y ejecución de soluciones a las necesidades de la sociedad. - Las competencias científicas propias de un investigador académico de alto nivel que le permitan realizar contribuciones originales y significativas al avance de la ciencia y la tecnología, y liderar procesos de investigación y desarrollo de nuevos servicios.
<p>Universidad de Caldas</p>	<p>El Doctorado en Ingeniería de la Universidad de Caldas se creó con el fin de ofrecer a la comunidad en general (profesionales, investigadores, académicos) un entorno propicio, de alta calidad, para la generación de conocimiento que desplace la frontera del conocimiento y que sea útil para el país y el mundo en diferentes áreas de la ingeniería a través de la formación de investigadores autónomos. Lo anterior, con base en los desarrollos y trayectoria académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Caldas.</p> <p>El Doctorado en Ingeniería ha recibido Registro Calificado por siete años otorgado por el Ministerio de Educación Nacional mediante Resolución No. 0479 de enero 15 de 2016; el código SNIES asignado a este programa doctoral es 105174. La Universidad</p>

de Caldas es una Institución de Educación Superior sujeta a inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación Nacional.

General

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad de Caldas tiene como objetivo general generar nuevo conocimiento científico que aporte al desarrollo de la ingeniería, contribuya a la innovación y apoye la solución de problemas de la humanidad mediante la formación de Doctores en Ingeniería, fortaleciendo así el talento humano para crear, diseñar, desarrollar, modelar, automatizar, sistematizar y simular procesos y sistemas, así como interpretar, analizar y gestionar la información y el conocimiento. Como objetivos específicos, el Doctorado se propone:

Específico

Desarrollar habilidades y competencias investigativas de alto nivel para cualificar el talento humano, aportar a la generación de conocimiento científico y contribuir con el desarrollo del mundo.

Promover el desarrollo de una base tecnológica en las áreas de la Ingeniería que soportan el programa de Doctorado.

Formar Doctores con idoneidad humanística y científica, con compromisos éticos para hacer parte de equipos interdisciplinarios que aporten a la ciencia y la tecnología, que lideren o apoyen la solución de problemas de su región y de su país.

Generar nuevo conocimiento en las áreas de la Ingeniería relacionadas con las líneas de Investigación del Doctorado.

Generar una visión científica, sistema e interdisciplinar, con el fin de crear alternativas de soluciones a problemas asociados a los sectores productivo y social, de manera que se promueva el desarrollo sostenible.

Estructura Curricular y Plan de Estudios

La estructura curricular del Doctorado en Ingeniería está orientada a lo máxima coherencia entre los objetivos del programa, los propósitos particulares de formación y las competencias propuestas. El eje central de los diferentes itinerarios curriculares posibles al interior de esta estructura se construye a partir del proyecto de Tesis Doctoral, y desde la línea de investigación a la cual se articula la misma en cada uno de los grupos de investigación que sustentan el Doctorado. La duración programada del

plan de trabajo de cada aspirante incluye la terminación de la Tesis Doctoral en un plazo de ocho semestres. Los aspirantes que cuenten con título de Maestría en modalidad de investigación tienen la oportunidad (previa evaluación del Comité de Currículo) de completar sus estudios en un plazo inferior que puede llegar hasta los seis semestres.

Durante los dos primeros semestres, el estudiante cursa actividades académicas de fundamentación relacionadas con la temática de su tesis doctoral además de Filosofía de la Ciencia; en este periodo inicial de la formación, los estudiantes cursan dos seminarios enfocados al logro de competencias en la recopilación y análisis de la información científica (revisiones de estado del arte, revisiones sistemáticas), así como en la preparación de la propuesta de tesis doctoral. En el tercer semestre, el estudiante presenta el Examen de Candidatura ante un Comité Evaluador conformado por su director de Tesis, su Codirector (en caso de requerirlo) y dos Evaluadores-Asesores. Luego de aprobado este examen, el Candidato a Doctor inicia oficialmente el desarrollo de su tesis doctoral, el cual se reconoce semestre tras semestre mediante los créditos de Investigación I, II, III, IV y V. También cursa tres electivas de profundización, de nuevo relacionadas directamente con la temática de su tesis doctoral. Adicionalmente, el Candidato a Doctor cursa dos Seminarios de Investigación (I y II) en donde se presentan los avances de la Tesis Doctoral para, finalmente, en Seminario de Investigación III, presentar y sustentar públicamente el informe final de la misma. Se contempla la realización de una pasantía internacional durante el periodo comprendido entre la aprobación del Examen de Candidatura y la sustentación de la Tesis Doctoral. Como requisito de grado, es necesario que el estudiante someta a publicación en revistas indexadas en Categoría A dos manuscritos resultado de su tesis.

Perfil del aspirante

Los aspirantes al programa deberán tener un título de pregrado de nivel universitario en cualquiera de las áreas de la ingeniería o de las ciencias básicas que la soportan (matemáticas, física, química, biología, bioquímica, biofísica y similares). En casos específicos y a juicio del Comité de Currículo, previo análisis de la hoja de vida y experiencia del aspirante, también podría ingresar profesionales de otras áreas al programa de Doctorado en Ingeniería.

Perfil del egresado

	<p>El Doctor en Ingeniería de la Universidad de Caldas podrá desempeñarse como:</p> <p>Investigador de centros y grupos de Investigación.</p> <p>Líder de grupos de investigación.</p> <p>Miembro del equipo directivo de empresas de base tecnológica.</p> <p>Líder de investigación, innovación y desarrollo de productos y servicios en industrias o empresas.</p> <p>Director científico de empresas del sector productivo.</p> <p>Asesor y consultor científico para organismos nacionales e internacionales.</p>
<p>Universidad del Valle</p>	<p>Presentación:</p> <p>El Doctorado de Ingeniería – PDI, aprobado en 1998, está consolidado como un espacio académico para la formación de investigadores al más alto nivel, donde interactúan distintas áreas de énfasis, grupos de investigación, estudiantes y profesores. El programa está centrado en la investigación y las diferentes áreas de la ingeniería o de las ciencias aplicadas de la ingeniería. Busca formar doctores con un elevado nivel de conocimientos, rigor intelectual, curiosidad científica y creatividad, capaces de ser autónomos intelectualmente y competitivos en el nivel internacional. La Facultad de Ingeniería a través del Doctorado en Ingeniería ha impulsado la investigación, participando y liderando el desarrollo regional y nacional con recursos de calidad y con nuevos conocimientos de estándares internacionales y enmarcados en unas realidades nacionales.</p> <p>Perfil aspirante:</p> <p>El Programa de Doctorado en Ingeniería está dirigido a ingenieros o profesionales con una sólida formación en las ciencias de la ingeniería y con una alta motivación hacia la investigación y ampliación del conocimiento.</p>
<p>Universidad Industrial de Santander</p>	<p>El Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Industrial de Santander surge, en el año 2015, en el contexto de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática como consecuencia natural del proceso de renovación de sus programas consolidados de pregrado y posgrado, creados desde los años 1969 y 1984 respectivamente. Con el programa de doctorado se complementa dicha renovación curricular, articulándose con el proceso de incorporación en la planta docente de profesores con título de doctorado formados en instituciones de reconocido prestigio a</p>

nivel nacional e internacional y el actual reconocimiento que, a nivel nacional e internacional, poseen los grupos de investigación de la Escuela. Esta propuesta responde también a la necesidad de dotar al nororiente colombiano de un espacio de investigación e innovación en el área de las Ciencias de la Computación, para afrontar y complementar los actuales retos de desarrollo y crecimiento del país.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) constituyen un pilar cada vez más decisivo en la sociedad como así lo atestiguan la creciente envergadura, impacto y número de programas en TIC que desde los ámbitos privados y públicos se desarrollan dentro y fuera de Colombia. De esta manera, y desde su propia concepción, el programa de Doctorado en Ciencias de la Computación pretende contribuir a fundamentar áreas clave de las TIC, insertándose de manera inevitable en un contexto internacional promoviendo el desarrollo de proyectos transnacionales e interdisciplinarios, facilitando la circulación de estudiantes, profesores e investigadores, etc.

El Doctorado en Ciencias de la Computación se plantea como propósitos:

- Formar investigadores capaces de identificar y analizar problemas en el área de las ciencias computacionales, y proponer soluciones a estos problemas que aporten al bienestar de la sociedad.
- Desarrollar investigación teórica y aplicada que genere nuevo conocimiento en el área de las ciencias computacionales. Esta investigación proveerá herramientas conceptuales y tecnológicas que permitan enfrentar nuevos retos.
- Contribuir al desarrollo social y económico de la región fomentando la creación y consolidación de empresas de base tecnológica, así como el fortalecimiento de las entidades gubernamentales.
- Proveer investigadores idóneos al sector productivo nacional e internacional, capaces de desempeñarse en el campo de investigación y desarrollo.

- Fortalecer una cultura investigativa que contribuyan a la consolidación del pensamiento crítico y científico, de los estudiantes de pregrado y posgrado de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- Fortalecer la colaboración científica con instituciones nacionales e internacionales que promuevan el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia.
- Aumentar la visibilidad científica y el reconocimiento de la Universidad Industrial de Santander.

El aspirante a ser estudiante de Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad Industrial de Santander deberá tener un título de formación profesional o de maestría en ciencias computacionales, ingeniería de sistemas e informática, ciencias básicas e ingenierías afines, otorgado por institución de educación superior reconocida en Colombia.

El aspirante deberá demostrar motivación para contribuir a la realización de investigaciones científicas, trabajar en equipos multidisciplinarios y multiculturales y participar en procesos de investigación, desarrollo e innovación, las cuales serán verificadas por el Comité Asesor de Posgrados en la entrevista.

El perfil general de formación del Doctorado en Ciencias de la Computación ofrece una fundamentación sólida y una experticia científica para la contribución en el estado del arte del conocimiento científico, el mejoramiento de la calidad de vida y el criticismo. Las competencias que caracterizan al egresado del programa se describen a continuación:

- Manifiesta sistematicidad y rigor en el abordaje de problemas de investigación.
- Interpreta los avances en el estado del arte de su área de investigación y socializa sus resultados en la comunidad científica internacional.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sintetiza y divulga el conocimiento de su área a comunidades de no expertos. • Se integra en equipos interdisciplinarios y propicia el establecimiento de redes de trabajo y colaboración científica con una actitud crítica, argumentativa, constructiva y de respeto. • Plantea y aborda problemas de investigación en su área con fundamento en las matemáticas y las ciencias de la computación utilizando apropiadamente las metodologías de investigación, el trabajo interdisciplinario y el pensamiento crítico. • Identifica áreas de aplicabilidad en las que las ciencias de la computación puedan contribuir significativamente a la solución de problemas en diversos campos de conocimiento. • Estima y evalúa el impacto de la aplicación de resultados de investigación en ciencias de la computación en la resolución de problemas en diversos campos de conocimiento. • Participa en proyectos nacionales e internacionales asociados a la investigación científica y a la innovación en diferentes tipos de entidades: privadas y públicas, industriales o académicas, ya sea como investigadores o como profesores universitarios.
<p>Universidad Industrial de Santander</p>	<p>El programa del Doctorado en Ingeniería Áreas Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Gestión y Desarrollo Tecnológico en Ingeniería de la UIS sustentado administrativamente en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E³T) y académicamente en los grupos de investigación de la Facultad de Ingenierías Físico mecánicas de la UIS, tiene como propósito realizar procesos de formación científica, y tecnológica que sirvan a la comunidad, siguiendo un desarrollo histórico como institución líder en la formación integral de personas en los aspectos normativo, afectivo, y científico tecnológico, orientados hacia el campo de la electricidad, la electrónica y sus aplicaciones, así como la Gestión y el Desarrollo Tecnológico, de manera que sean personas capaces de entender y desarrollar procesos</p>

que garanticen el crecimiento de la sociedad en armonía con la naturaleza.

El Doctorado en Ingeniería de la UIS, se proyectará por ser un programa de formación y desarrollo de recurso humano científicamente calificado, soportado en investigadores reconocidos a nivel regional, nacional e internacional en las áreas de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, y de Gestión y Desarrollo Tecnológico en Ingeniería. Concretamente, el Doctorado en Ingeniería, será uno de los pilares centrales, para el proceso investigativo que se realice al interior de los programas de pregrado, posgrado y de extensión, con lo que la UIS conseguirá su proyección hacia las demás instituciones de educación superior regionales del país. También buscará la evolución permanente en las áreas de investigación y docencia, por considerarlas fundamentales en la actividad académica. La investigación y desarrollo de la tecnología estará basada en la identificación de necesidades de la industria y de la sociedad Colombiana.

Los propósitos específicos del programa del Doctorado en Ingeniería son:

Desarrollar competencias científicas de los profesionales egresados de nuestras universidades, con el fin de contribuir en el fortalecimiento de la capacidad investigativa en nuestro país.

Mantener el liderazgo en la investigación tanto en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, como en la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, fortaleciendo la investigación y el trabajo interdisciplinario de los grupos existentes en las áreas de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Gestión y Desarrollo Tecnológico en Ingeniería, y propiciando la creación de nuevos grupos en líneas de investigación específicas en dichas áreas.

Promover la apertura de nuevas áreas de énfasis a partir de la consolidación académica e investigativa de los grupos y del programa.

Fortalecer los contactos interinstitucionales con universidades nacionales y extranjeras que permitan el intercambio de conocimientos y avances tecnológicos que faciliten el desarrollo de nuestra sociedad.

Establecer relaciones con las empresas del sector productivo del país para desarrollar investigaciones conducentes al incremento de la competitividad y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Propiciar y estimular la divulgación de los resultados de las investigaciones.

	<p>Perfil Profesional</p> <p>El programa de Doctorado en Ingeniería de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas tiene como objetivo desarrollar y potenciar en el doctorando competencias específicas tales que el doctorando1:</p> <p>Analiza, comprende e interpreta fenómenos y procesos de ingeniería asociados con su área de formación.</p> <p>Utiliza y genera técnicas, teorías, prácticas y herramientas científicas modernas para solucionar problemas de ingeniería en su área de formación.</p> <p>Aplica y genera conocimiento en su área de formación como apoyo a la solución de problemas en ciencias e ingeniería.</p> <p>Perfil Ocupacional</p> <p>Los campos de acción del Doctorado en Ingeniería son:</p> <p>Director - Investigador en proyectos de desarrollo científico y tecnológico.</p> <p>Asesor o consultor de entidades y organismos nacionales o internacionales.</p> <p>Profesor universitario.</p> <p>Investigador calificado en las áreas de énfasis del programa y afines, tanto en la gestión como en el desarrollo de proyectos de generación, innovación, transferencia y apropiación de tecnología.</p>
<p>Universidad Distrital</p>	<p>El Doctorado en Ingeniería, es el resultado del estudio y análisis del entorno internacional según el cual se manifiesta que en la actualidad vivimos una economía basada en la información, el conocimiento y la innovación en donde el cambiante flujo del nuevo conocimiento se convierte en el segmento dominante de la vida de las sociedades contemporáneas. Este programa se propone contribuir a la generación de conocimiento en diferentes campos de la Ingeniería, y de esa manera aportar a la revolución tecnológica de hoy.</p> <p>Denominación</p> <p>La denominación del proyecto curricular es Doctorado en Ingeniería, el cual inicialmente se creó con el énfasis en “Ciencia de la Información y el Conocimiento” y</p>

	<p>ahora cuenta con el énfasis en “Ingeniería Eléctrica y Electrónica” respaldados por grupos de investigación categorizados por Colciencias, reconocidos nacional e internacionalmente, con amplia trayectoria y miembros de importantes redes globales de conocimiento.</p> <p>El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se clasifica de conformidad con la Ley 30 de 1992, en sus artículos 10° y 13°, en la categoría de proyecto curricular de postgrado, tendiente al perfeccionamiento de la formación como investigadores, en dos disciplinas y/o en áreas afines y que le sean complementarias. Igualmente, el Decreto 1295 del 20 de abril de 2010 en su Capítulo VII - Artículo 25, define la naturaleza de un programa de Doctorado en su propósito de formar investigadores con capacidad de realizar y orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos en un área específica del conocimiento y desarrollar, afianzar o profundizar competencias propias de este nivel de formación.</p> <p>Perfil de ingreso del aspirante al Doctorado en Ingeniería</p> <p>El Doctorado en Ingeniería tiene un enfoque investigativo, lo cual implica que su perfil de ingreso se centra en los aportes científicos y tecnológicos que el aspirante pueda alcanzar al final del proceso formativo.</p> <p>El programa está dirigido a ingenieros y profesionales relacionados con los énfasis del Doctorado en Ingeniería, con dedicación de tiempo completo, que cuenten con título de maestría en investigación, así como experiencia básica como investigador para trabajar en las diferentes áreas del Doctorado. Es indispensable poseer y demostrar fundamentos sólidos en el énfasis que se espera cursar, puesto que el programa busca ampliar y desarrollar los conocimientos, para la solución de problemas relacionados con las ciencias y tecnologías del ámbito de la ingeniería y también dotar a los futuros doctores con los instrumentos básicos que los habiliten como investigadores en las áreas de contexto de investigación objeto del doctorado</p>
<p>Universidad Javeriana</p>	<p>Programa con acreditación de alta calidad</p> <p>El programa de Doctorado en Ingeniería a través de la promoción de la investigación y la formación de investigadores centra su misión en la formación integral de sus estudiantes que además de poseer excelencia académica potencien el trabajo</p>

interdisciplinario y contribuyan a solucionar grandes problemáticas nacionales y globales.

El núcleo de conocimiento profesional, disciplinario e interdisciplinario de este programa académico es el de la ingeniería y particularmente, el que se encuentra en el ámbito de los sistemas y procesos asociados a las líneas y áreas del conocimiento relacionadas con los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.

El Doctorado en Ingeniería es totalmente individualizado y se basa en el proyecto de investigación que llevará a cabo el estudiante bajo la dirección de su tutor y alrededor del cual se organizaran todas las actividades curriculares.

El plan de estudios del programa de Doctorado en Ingeniería implica la aprobación de un total de ciento veinte (120) créditos. El estudiante que ingresa al programa sin haber cursado un programa de maestría puede completar estos créditos en un período de 8 a 10 semestres. Para aquellos que posean un título de Magister y a los cuales se les haya homologado un número importante de créditos, la duración esperada será de 6 a 7 semestres. El programa requiere un de residencia mínimo de dos años y promueve pasantías en el exterior.

Fases de desarrollo del programa

Primera fase: Corresponde a la fase de introducción a la investigación cuya duración es normalmente de un año. Los estudiantes que al iniciar el programa ya tengan título de Maestría podrán superar esta etapa mediante un proceso de homologación concertado con su tutor y con las directivas del programa.

Segunda fase: Representa la fase de investigación cuya duración es normalmente de tres años. En esta fase el estudiante se focaliza en el desarrollo de su tesis doctoral. Este entregable se construye mediante un proceso donde el estudiante presenta inicialmente el examen de competencias, posteriormente el examen de candidatura y finalmente la sustentación de tesis doctoral.

Carga académica máxima semestral: La carga académica máxima de un estudiante del

programa de Doctorado en Ingeniería es de 16 créditos por semestre. Este valor pretende evitar sobrecargas de trabajo que afectan la calidad y productividad del estudiante, lo cual se refuerza con la duración de 21 semanas de trabajo en periodo académico para las asignaturas de investigación.

Tesis doctoral: La tesis doctoral debe ser un trabajo de investigación que constituya un aporte original a las ciencias de la ingeniería. Además, debe tener méritos para generar publicaciones en revistas especializadas de reconocido valor científico a nivel internacional y/o para generar productos tecnológicos de alta calidad e impacto protegidos por mecanismos de propiedad intelectual.

Perfil del aspirante

El Doctorado en Ingeniería está dirigido a ingenieros y profesionales relacionados con la disciplina dispuestos a formarse como investigadores. Tendrán por tanto cabida ingenieros, físicos, matemáticos y egresados de disciplinas y ciencias afines a la ingeniería, quienes habiendo obtenido un título universitario aplicable al área en la que se desea desarrollar el programa de Doctorado. Deben demostrar un nivel académico y profesional destacado durante sus estudios y/o en el ejercicio de su profesión.

*Los egresados javerianos tienen el 10% de descuento en el valor de su matrícula.

Perfil del egresado

El egresado del Doctorado en Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana estará en capacidad de:

Realizar y orientar en forma autónoma procesos académicos, investigativos, y aplicar el desarrollo científico y tecnológico en el área de la ingeniería. Particularmente

	<p>enfocará su investigación en el ámbito de los sistemas y procesos asociados a las líneas del conocimiento relacionadas con los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.</p> <p>Proporcionar soluciones a problemas relevantes en su área de trabajo y desarrollarlas con base en un trabajo metódico y ordenado a través de un análisis crítico e independiente.</p> <p>Perfil del egresado</p> <p>Plantear y dimensionar cualquier problema en su área de trabajo de manera precisa aportando continuamente al desarrollo de su área de interés mediante el continuo desarrollo de investigación original.</p> <p>Transmitir su conocimiento de forma clara y efectiva.</p> <p>Proponer y dirigir proyectos de investigación y trabajar en equipo.</p> <p>Participar activamente en la solución de problemas de interés nacional y global, proponiendo alternativas de solución acordes con la realidad nacional y dentro de un marco ético, moral y de compromiso social.</p>
<p>Universidad de la Sabana</p>	<p>El Doctorado en Ingeniería de la Universidad de La Sabana busca aportar investigadores altamente capacitados que, con su conocimiento, aumenten los niveles de innovación, productividad y competitividad del país.</p> <p>Las investigaciones desarrolladas dentro del programa buscan integrar el conocimiento de cada rama de la ingeniería, para hacerlo más interdisciplinario y que esté muy ligado a los problemas de la sociedad y la industria. Esta sociedad exige que los ingenieros con doctorado propongan nuevos paradigmas y aproximaciones para resolver los problemas que la aquejan, con un enfoque que lleve a considerar los nuevos productos y procesos desde una perspectiva sostenible e innovadora.</p>

Misión

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad de La Sabana busca formar investigadores con sólidos conocimientos teóricos y metodológicos, que estén en capacidad de (i) identificar e interpretar los múltiples y complejos problemas de la ingeniería, propios del contexto social actual, desde una perspectiva interdisciplinaria, y generar conocimientos en torno a estos; (ii) aportar y divulgar soluciones para estos problemas, que incidan en el ámbito académico y en los sectores productivos del país; (iii) enmarcar su quehacer en el desarrollo sostenible y (iv) fomentar la ejecución del trabajo bien hecho como medio para construir una sociedad justa, pacífica y solidaria.

Visión

Para el año 2028, el Doctorado en Ingeniería de la Universidad de La Sabana será reconocido en Colombia por contar con un equipo profesoral de excelencia, ofrecer bienestar académico y personal a los estudiantes en el programa, proponer soluciones sostenibles para los problemas actuales de la ingeniería, lograr avances en las investigaciones que se realicen en él y ser un referente académico en el campo de la ingeniería en los ámbitos investigativo, industrial, de servicios y gubernamental.

Objetivo General

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad de La Sabana tiene como objetivo formar investigadores con autonomía y rigurosidad científica, capaces de responder a las necesidades de la sociedad con la generación de conocimiento en el campo de la ingeniería; enmarcados en el desarrollo sostenible, la innovación y el progreso social.

Objetivos Específicos

Contribuir a la generación de nuevo conocimiento en el contexto nacional e internacional, para aportar al avance de la ciencia y la tecnología desde una perspectiva sostenible de la ingeniería.

Formar investigadores con capacidad de proponer, desarrollar y liderar investigaciones en el campo de la ingeniería.

	<p>Desarrollar la capacidad de interactuar con comunidades académicas y profesionales, nacionales e internacionales, y de participar activamente en equipos y redes de investigación.</p> <p>Fomentar el pensamiento crítico, el rigor científico y las habilidades comunicativas necesarias para divulgar los resultados de investigación de carácter académico y profesional.</p>
<p>Universidad de la Sabana</p>	<p>El Doctorado en Innovación Educativa con uso de TIC está estructurado de tal forma que obedece a las lógicas que subyacen en su objeto de estudio. Para el Programa, la investigación y la innovación trabajan en sincronía y se desarrollan mediante la colaboración. La innovación no se aprende ni se lleva a cabo en abstracto, sino que requiere de un contexto real de aplicación; es decir, parte de una problemática concreta en la que se puede intervenir. De esta manera, los doctorandos participan decidida, activamente y con trabajo en equipo en la solución de un problema educativo real, a través de un proyecto concreto de innovación educativa con uso de TIC.</p> <p>Objetivo del Programa</p> <p>La formación del Doctorado en Innovación Educativa con uso de TIC (DIE&TIC) se conduce a través de la participación activa de los doctorandos en procesos (proyectos) de solución de problemas educativos reales, de desarrollo de nuevos productos, servicios y/o estructuras educativas o en la generación de transformaciones en cualquiera de estos ámbitos.</p> <p>Los proyectos de innovación educativa en DIE&TIC son de tres años de duración. En el primer año se hace énfasis en los procesos de innovación, diseño, pilotaje e implementación de la solución al problema planteado, por lo cual de forma rápida se pueden ver avances de sus resultados, así como la solución a dicho problema. Los dos años siguientes se concentran en procesos de investigación sobre la efectividad de las soluciones implementadas y si fuese necesario, ejecutar procesos de rediseño y re-implementación hasta alcanzar los objetivos propuestos.</p> <p>El programa de doctorado implica una dedicación de 28 horas semanales que pueden concertarse de acuerdo con la Universidad y las demás entidades vinculadas a cada proyecto. Esto le da un carácter de dedicación parcial y no de dedicación exclusiva,</p>

	<p>armonizando la formación doctoral y la dedicación laboral en un mismo proceso. La estructura del programa de formación doctoral presupone la participación de 2 a 4 doctorandos por proyecto, salvo cuando la complejidad y alcance del mismo requiera de un grupo más numeroso.</p> <p>Los costos estimados de un proyecto de innovación educativa en el Doctorado incluyen todos los rubros logísticos, de recursos y de personal necesarios para operar el proyecto durante sus tres años de duración (desplazamientos, trabajo de campo, publicaciones, pasantías, entre otros), incluyendo los costos académicos relacionados con la formación de los doctorandos.</p> <p>El presupuesto del proyecto podrá variar y deberá corresponder a su propio plan de trabajo que responda a su complejidad, alcance y conformación del equipo de trabajo, para sus tres años de duración. Cada proyecto, al corresponder a una inversión en proyectos I+D+i, se someterá al Consejo Nacional de Beneficios Tributarios de CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación) para que el valor de su inversión sea devuelta por vía de deducción de impuestos, según documentos Conpes 3834 de 2015 y 3892 de 2017.</p> <p>Los equipos de trabajo del Doctorado estarán compuestos así:</p> <p>Un investigador principal experto en el uso educativo de TIC. Un líder en innovación. Doctorandos. Profesores invitados (quienes se suman temporalmente al equipo y trabajan directamente con los doctorandos en la solución del problema o reto).</p>
Universidad EAFIT	<p>El Doctorado en Ingeniería forma personas con capacidad de realizar y orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos, y de desarrollar, afianzar o profundizar competencias propias de una formación doctoral en el campo de la ingeniería.</p> <p>Presentación</p> <p>Contribuir al desarrollo del país formando personas con capacidad de realizar y orientar procesos académicos e investigativos en el campo de la ingeniería es la premisa del</p>

	<p>Doctorado en Ingeniería de la Universidad EAFIT.</p> <p>Objetivo</p> <p>Formar personas que actúen social, laboral y académicamente, guiados por el rigor científico, el respeto a la autonomía intelectual, el reconocimiento al aporte de otros y asumiendo la responsabilidad social, institucional, ética, política y económica de su trabajo.</p> <p>El Doctorado en Ingeniería de la Universidad EAFIT es reconocido principalmente por la calidad científica y tecnológica de su cuerpo docente y, por la diversidad de sus líneas de énfasis, por el impacto nacional e internacional de sus investigaciones y por los convenios con universidades, institutos y centros de investigación en Europa y América.</p> <p>Dirigido a:</p> <p>Ingenieros y en general a profesionales relacionados de una u otra forma con la ingeniería que estén interesados en guiar o participar de procesos académicos e investigativos en el área.</p> <p>Perfil Profesional:</p> <p>El egresado del Doctorado en Ingeniería de la Universidad EAFIT tiene un criterio sólido que le permite criticar y apropiar el conocimiento científico. Adquiere la ética científica para ser multiplicador de conocimiento en el ambiente en que decida desempeñarse, para beneficio de sus subordinados, colegas, institución, etc. Además, está en capacidad de producir conocimiento nuevo en su campo de interés, y de darlo a conocer a la comunidad científica y tecnológica con el formalismo propio de un experto en el área.</p> <p>Perfil Ocupacional:</p> <p>Científicos y académicos preparados para formular y dirigir investigaciones, contribuir a la ampliación del conocimiento y producir avances en ciencia y tecnología. Su formación le permitirá ocupar cargos como: Directores de I+D+i, consultores, asesores, entre otros.</p>
<p>Universidad del Norte</p>	<p>El programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Norte busca potenciar la capacidad de investigación, desarrollo e innovación a partir de la articulación de las disciplinas de Ciencias de la Computación e Ingeniería de</p>

Sistemas. Para desarrollarlo, se cuenta con un equipo de docentes altamente calificados graduados de universidades en altos rankings de Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. De esta manera, el programa de doctorado en mención busca responder a la demanda de profesionales investigadores calificados que asuman el reto inmediato de proponer y liderar procesos de I+D+i, consolidando proyectos de impacto para la región Caribe Colombiana y el país en general.

Objetivo general

El programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Norte tiene por objetivo formar investigadores calificados a nivel doctoral en las áreas de conocimiento propias de las Ciencias de la Computación, especialmente en las disciplinas de Ingeniería del Software y Redes de Computadores. Con un alto nivel de conocimientos, rigor científico y con niveles importantes de experimentación, con un perfil muy competitivo a nivel internacional, capaces de abordar procesos de investigación, desarrollo e innovación de alto impacto para la región del Caribe Colombiano.

Objetivos específicos

Identificar campos de investigación que permitan estructurar procesos de I+D+i asociados con Ingeniería de Sistemas y Computación y disciplinas convergentes y transversales.

Desarrollar conocimiento en el campo de las Ciencias de Computación.

Utilizar métodos y procedimientos rigurosos de razonamiento para la investigación.

Aumentar las fronteras del conocimiento a través de la producción intelectual.

Comprender, evaluar y emitir valoraciones respecto a la literatura científica de sus pares.

Gestionar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, propiciando condiciones para desarrollar transferencia tecnológica.

Perfil ocupacional

El egresado de este programa podrá desempeñarse como investigador, consultor y profesor experto, con la capacidad de liderar procesos de investigación, desarrollo e innovación en el campo de la ingeniería de sistemas y computación, en grupos y centros de investigación, academia o el sector productivo.

	<p>Perfil profesional</p> <p>Los estudiantes de la Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación, al finalizar sus estudios, están en capacidad de:</p> <p>Entender, integrar y aplicar conocimientos avanzados de Ingeniería de Sistemas en múltiples contextos utilizando herramientas conceptuales, metodológicas y experimentales contemporáneas, y métodos de análisis especializados.</p> <p>Formular propuestas y ejecutar proyectos de investigación, desarrollo e innovación con alta pertinencia, dentro de al menos una de las sub-disciplinas de la Ingeniería de Sistemas y Computación.</p> <p>Planear y conducir un estudio sistemático y organizado de un tópico relevante dentro del campo de las Ciencias de la Computación.</p> <p>Comunicar efectivamente sus conocimientos a pares dentro su área de acción y/o en entornos multidisciplinares.</p> <p>Divulgar su investigación en eventos y/o revistas científicas reconocidas con estándares aceptables de estilo, calidad y presentación.</p> <p>Registro calificado: Resolución 12309 del 25</p>
<p>Universidad de Medellín</p>	<p>Doctorado ingeniería Objetivo</p> <p>El Doctorado de Ingeniería está concebido como un programa genérico con distintas áreas de énfasis que busca formar una masa crítica de doctores en ingeniería con un alto nivel de conocimientos, rigor intelectual, curiosidad científica y creatividad, capaces de ser autónomos para desarrollar y dirigir actividades de investigación y competitivos en el ámbito internacional.</p> <p>Doctorado ingeniería duración</p> <p>Presencial con una duración de 8 semestres y dedicación de tiempo completo, con una permanencia mínima en el programa de 6 semestres y una máxima de 12 semestres, que incluye una estancia o pasantía académica y de investigación en una institución de otro país bajo la asesoría de un profesor de reconocido prestigio internacional.</p>

	<p>Doctorado ingeniería Dirigido a</p> <p>Profesionales de Ingeniería y carreras afines con título de Maestría en Ingeniería y/o que demuestren una sólida formación en el área y experiencia investigativa que le permita realizar satisfactoriamente su proyecto de Tesis.</p>
<p>Universidad Autónoma de Bucaramang a</p>	<p>El primer doctorado en Ingeniería en red de Colombia aprobado por el Ministerio de Educación Nacional en enero de 2016, es un programa único en el país que permite articular las fortalezas de tres universidades con Acreditación Institucional de Alta Calidad pertenecientes a la Red Universitaria Mutis.</p> <p>Apoyados en infraestructura tecnológica de alta velocidad, el estudiante de doctorado tendrá al alcance recursos humanos, bibliográficos y de laboratorios de las tres instituciones sin importar en cuál de ellas se encuentre.</p> <p>Objetivos</p> <p>Formar investigadores de alto nivel que incrementen la capacidad de desarrollo científico y tecnológico en universidades, empresas y demás organizaciones productivas del país.</p> <p>Fomentar el trabajo colaborativo inter y transdisciplinar reconociendo que los problemas de investigación no son patrimonio exclusivo de una disciplina o área.</p> <p>Desarrollar investigaciones que respondan a necesidades del sector productivo y a oportunidades de innovación que puedan constituirse en emprendimientos de base tecnológica.</p> <p>Aportar y ayudar al logro de las metas de desarrollo del país en cuanto a política de formación de alto nivel, como parte de la política de ciencia, tecnología e innovación.</p> <p>Fortalecer la cooperación científica entre los diferentes grupos de investigación, las universidades, las empresas y los aliados nacionales e internacionales del programa.</p>

Aspirante

Los aspirantes al programa de Doctorado en Ingeniería deberán tener título de pregrado en ingeniería, ciencias básicas o en profesiones relacionadas con la disciplina.

Deben poseer competencias de lectura del idioma inglés y evidenciar interés en formarse como investigadores. Profesionales que cumplan el perfil del aspirante y adicionalmente posean título de maestría, tendrán opción de homologar parte de sus créditos.

Profesional

El Doctor en Ingeniería será un investigador con capacidad para llevar a cabo y orientar de manera autónoma procesos académicos, investigativos y de desarrollo tecnológico en diferentes áreas de la ingeniería, con miras a generar nuevo conocimiento que permitan configurar soluciones innovadoras a necesidades y oportunidades identificadas en los ámbitos nacionales y mundiales.

Fortalezas

Un programa que forma doctores en Ingeniería para la innovación

Usando metodologías de creatividad, los estudiantes del doctorado tienen la posibilidad de desarrollar proyectos que tengan potencial innovador y que les permitan generar emprendimientos de base tecnológica.

Un programa que suma fortalezas de tres universidades con acreditación institucional

El programa de doctorado en Ingeniería es ofrecido por la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la Universidad Autónoma de Manizales y la Universidad Autónoma de Occidente, con Acreditación de Alta Calidad y pertenecientes a la Red Universitaria Mutis. Una alianza que le permite al estudiante del doctorado tener acceso a los recursos de las tres universidades para beneficio de su desarrollo formativo.

Un programa que responde a las apuestas del país con líneas de investigación pertinentes

Los estudiantes del doctorado a través de los grupos de investigación de las universidades participantes en el programa, abordan como objeto de estudio tres líneas

	<p>de investigación que responden a tendencias mundiales y oportunidades regionales: Automática, Energía e Informática.</p> <p>Un programa que se apalanca en otras redes de colaboración</p> <p>La estrecha relación de los profesores del doctorado con colegas del orden nacional e internacional, permitirá a los estudiantes realizar pasantías en universidades, empresas y centros de investigación reconocidos a nivel mundial.</p>
<p>Universidad Tecnológica de Bolívar</p>	<p>La Universidad Tecnológica de Bolívar y la Universidad de Cartagena, ambas con acreditación institucional de alta calidad, ofrecen el Doctorado en Ingeniería con el propósito de formar investigadores con capacidad de realizar y orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos que contribuyan al fortalecimiento de los indicadores de la ciencia, la tecnología y la innovación en la región Caribe y del país.</p> <p>Formar investigadores autónomos y promover la investigación e innovación al más alto nivel en la Región Caribe Colombiana, con la cualificación integral de talento humano en el área de ingeniería y de las ciencias aplicadas, orientada a la excelencia académica y al desarrollo científico y tecnológico .</p> <p>El egresado del Doctorado en Ingeniería será un investigador autónomo con capacidad de liderazgo y con competencias para generar y difundir nuevos conocimientos técnicos y científicos en espacios académicos y de investigación en las áreas de energía, medio ambiente, materiales, electrónica y computación. Innovar y desarrollar nuevos productos y procesos o modificar los ya existentes, mediante soluciones prácticas y originales en las diferentes disciplinas de la Ingeniería.</p> <p>El Doctorado en Ingeniería tiene una duración de ocho semestres. Consta de 16 créditos de cursos obligatorios comunes y de énfasis, 20 créditos de cursos electivos y 68 créditos de investigación; para un total de 104 créditos.</p> <p>Los cursos obligatorios comunes proporcionan los conocimientos fundamentales necesarios para el desarrollo de proyectos de investigación en cualquiera de las áreas de la ingeniería, mientras que los cursos obligatorios de énfasis cubren los conceptos teóricos característicos de cada uno de los énfasis ofrecidos en el Programa de Doctorado en Ingeniería. La tabla a continuación muestra estos cursos.</p>

	<p>Los cursos de investigación constituyen el núcleo de formación en investigación a través de seminarios y ponencias orales, la estructuración de la propuesta y el desarrollo del proyecto de investigación que hacen parte de la Tesis Doctoral.</p> <p>Los cursos electivos tratan temas específicos que permiten profundizar en temas relacionados con el proyecto de investigación formulado.</p> <p>Cursos obligatorios de énfasis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenómenos de transporte • Termodinámica avanzada • Ciencia de los materiales Instrumentación y caracterización de materiales • Sistemas dinámicos • Técnicas avanzadas de diseño digital • Cursos obligatorios comunes • Matemáticas avanzadas • Diseño de experimentos
Universidad EIA	<p>El programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad EIA, se fundamenta en la tradición que posee la institución en la formación en áreas de la ingeniería, así como en la madurez, resultados y reconocimiento alcanzados por sus investigadores en diferentes disciplinas de la ingeniería.</p> <p>¿Qué es un Doctorado en Ingeniería?</p> <p>Un Doctorado en Ingeniería es un programa que busca la formación de investigadores de alto nivel, con las competencias necesarias para el desarrollo de proyectos de I+D+i. Las habilidades y conocimientos de un doctor en ingeniería pueden ser enfocados en la generación de nuevo conocimiento, y en proponer nuevas soluciones en contexto con las necesidades económicas de la región y del país. Adicionalmente con un Doctorado en Ingeniería se puede incorporar nuevos conocimientos para la creación de productos y servicios innovadores que mejoren la competitividad de las organizaciones y sus capacidades de desarrollo científico, tecnológico y de innovación.</p>
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	<p>El aspirante a cursar este programa de Doctorado deberá poseer título en un área de la ingeniería, o tener un título afín a los objetivos de formación del programa, otorgado por una institución de educación superior reconocida, colombiana o extranjera (en este caso presentar títulos convalidados según leyes vigentes).</p> <p>Misión:</p>

Formar capital humano en ingeniería con la mayor titulación conferida por el Estado colombiano y los más altos cánones educativos para promover la eficiencia y competitividad del sector productivo, los procesos de gestión de las entidades públicas y la calidad de formación de los programas de ingeniería de las universidades de la región y del país. A nivel formativo, el doctorando encuentra sinergia entre la calidad institucional, docente, investigativa y disciplinar, junto a las capacidades propias, para dar respuesta a problemas cuya abstracción requiera de métodos y técnicas que involucren criterios científicos e investigativos, aplicando saberes específicos, como: indagación, síntesis, investigación, referenciación y crítica, basado en la técnica disciplinar y la metodología científica.

Visión:

El Doctorado en Ingeniería que ofrecerá la UPTC se proyecta para que en los próximos años sea reconocido como un generador de investigaciones que conduzcan a producir nuevo conocimiento, aplicable en el desarrollo de innovaciones tecnológicas orientadas a resolver problemas del entorno, potenciar el sector productivo, elevar la eficiencia de las entidades públicas y mejorar la calidad de la educación en ingeniería para la región y el país, todo dentro de un marco de equidad, ética y compromiso de su comunidad científica, con elevados índices de productividad y pertinencia, teniendo como referente el estado del arte y de la práctica de la ingeniería mundial.

Profesional:

El egresado del este programa de Doctorado en Ingeniería será un profesional con el máximo nivel académico, competente para:

- Identificar contextos en los cuales su capacidad científica puede contribuir a ampliar el estado del conocimiento y generar reflexiones de valor agregado para la comunidad vinculada.
- Desarrollar procesos que guíen desde el entorno conceptual hacia la implementación tecnológica.

- Innovar, apropiar, transferir y generar tecnología propia de las ramas de la Ingeniería, a fin de impactar las necesidades sociales, académicas y científicas.
- Socializar, interpretar y reflexionar sobre postulados derivados de la producción científica propia y del área de la ingeniería objeto de su titulación.
- Dirigir comunidades académicas y científicas, a fin de estimular procesos formativos e investigativos, respectivamente.
- Promover con su trabajo cotidiano una cultura de apropiación del conocimiento científico a fin de impactar positivamente los entornos en los que ejerce su labor.

Ocupacional:

El Doctor en Ingeniería de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia será un profesional con la suficiencia conceptual e investigativa, sensible por su área y contexto, que le permita:

- Liderar unidades de investigación y/o emprendimiento.
- Participar de comités para el desarrollo e innovación de organizaciones y empresas del orden público o privado, a fin de propender por soluciones estructuradas, estratégicas y centradas en la ciencia y el conocimiento.
- Dirigir, coordinar, asesorar o evaluar proyectos de investigación, desarrollo, innovación y en general todos los relacionados con el desarrollo y/ o transferencia de conocimiento.
- Desarrollar procesos de instrucción académica, basada en ciencia e investigación.
- Producir literatura científica con el suficiente formalismo y rigurosidad, para promover la transmisión asertiva de avances investigativos y propuestas de carácter científico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar y participar de diferentes esquemas de socialización del conocimiento científico y disciplinar. • Desarrollar procesos colaborativos en el marco de la investigación aplicada y la transferencia de conocimiento . <p>Humano:</p> <p>El egresado de este programa de Doctorado en Ingeniería será un investigador íntegro cuyos actos estarán orientados por la equidad, la tolerancia, la objetividad, el compromiso con la sociedad, la excelencia en su trabajo, la transparencia en su proceder, su deseo de servicio, todo orientado a generar y liderar procesos y proyectos que busquen el bienestar de cada ser humano; en su propósito por fomentar el avance tecnológico y mejorar la productividad de los procesos sabrá guardar un balance entre los resultados y el respeto por la sociedad y el medio ambiente.</p>
<p>Universidad del Cauca</p>	<p>El programa de Doctorado en Ciencias de la Computación es un programa de formación de posgrado ofrecido en la ciudad de Popayán, por la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, cuya duración es de ocho (8) semestres. El Programa está soportado por dos grupos de investigación reconocidos en Colciencias como de alta calidad y que pertenecen a la Universidad del Cauca. Los grupos son: Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información – GTI (categoría A) y el Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional – GICO (categoría C), los cuales cultivan áreas específicas de conocimiento enmarcadas en el campo de las ciencias de la computación, las cuales son: Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas.</p> <p>Este Programa acredita la formación y la competencia para el ejercicio académico e investigativo de alta calidad, formando investigadores con capacidad de realizar y orientar autónomamente procesos académicos e investigativos en alguna de las áreas específicas de conocimiento antes mencionadas. El campo de conocimiento del Programa es la Ciencia de la Computación</p> <p>OBJETIVO GENERAL</p>

Formar doctores altamente calificados en el campo de las Ciencias de la Computación para liderar proyectos de investigación, innovación, desarrollo y transferencia, científica y tecnológica, que aborden la solución de problemas en todo ámbito con un impacto positivo en la sociedad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Formar individuos con conocimientos y habilidades en las áreas de investigación de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; que les permita proponer y ejecutar proyectos de investigación e innovación científica y tecnológica que impacte las diferentes actividades del desarrollo humano.

Formar investigadores con competencias científicas que les proporcionen las capacidades para participar activamente en procesos de investigación e innovación, que generen nuevo conocimiento en el campo de las ciencias de la computación que signifiquen un aporte a la sociedad en general y que permitan afrontar los retos de la cuarta revolución industrial.

Contribuir a la generación, transferencia, apropiación y aplicación del conocimiento en el campo de las ciencias de la Computación, con el objetivo de cerrar la brecha tecnológica que nos separa del mundo industrializado.

Fomentar la difusión de los avances y resultados de las tesis de doctorado en publicaciones de reconocido prestigio científico a nivel nacional o internacional, que posibilite la mejora en la calidad y el impacto de dichas tesis.

Constituir un espacio de actualización metodológica y científica con colaboración nacional e internacional en las áreas de interés cultivadas por los grupos de investigación, que permita llevar a cabo iniciativas de investigación en el marco de las políticas nacionales de CTel.

Contribuir a satisfacer las necesidades de formación doctoral en ciencias de la

computación, para fortalecer las capacidades regionales de investigación e innovación en el marco de la industria del software.

Perfil del aspirante

Profesionales que trabajen en el sector público o privado en el campo de la Informática, Sistemas, Computación o afines; interesados en desarrollar actividades de investigación avanzada e innovación en las áreas de conocimiento de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas, que se desempeñen principalmente como:

Docentes e investigadores de instituciones de educación.

Integrantes/líderes de centros o instituciones dedicadas a la investigación y/o innovación.

Líderes/integrantes de dependencias que desarrollan actividades de investigación y/o innovación.

Líderes/integrantes de proyectos/procesos de investigación y/o innovación

Perfil del egresado

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación tendrá una formación científica de calidad y con un elevado nivel de competencia en el campo de las Ciencias de la Computación, específicamente en las áreas de conocimiento de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; que le permitirá:

Realizar y orientar de manera autónoma procesos académicos o de investigación científica en alguna de las áreas antes mencionadas, y continuar realizando contribuciones originales y significativas para el avance de la ciencia y la tecnología. Contar con una visión acertada de las tendencias de desarrollo en alguna de estas áreas y un entendimiento profundo de los aspectos científicos, técnicos, económicos y sociales de la asimilación y uso de estas ciencias en el presente y hacia el futuro próximo.

Orientar procesos de enseñanza-aprendizaje en Ciencias de la Computación como docentes en instituciones de educación superior.

	<p>Competencias</p> <p>El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación estará en la capacidad de:</p> <p>Aplicar estrategias, métodos y técnicas adecuados para la comprensión sistemática de un dominio de conocimiento.</p> <p>Concebir, diseñar, prototipar, construir y adaptar un proceso sustancial de investigación.</p> <p>Generar nuevo conocimiento a través de una investigación original que contribuya a la solución de problemas teóricos o prácticos sociales.</p> <p>Realizar un análisis crítico, de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.</p> <p>Comunicarse con la comunidad académica, científica y la sociedad en general, acerca del conocimiento científico adquirido.</p> <p>Fomentar en contextos académicos y profesionales, el avance científico y tecnológico dentro de una sociedad basada en el conocimiento</p>
<p>Universidad Militar Nueva Granada</p>	<p>MISIÓN</p> <p>La misión del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada es formar investigadores líderes que contribuyan en la construcción de la comunidad académica, el diálogo de saberes y el progreso de los sectores de la industria en donde las tecnologías emergentes son necesarias para el desarrollo de soluciones, atendiendo las necesidades de un mundo globalizado, así como las prioridades del país y la región.</p> <p>En particular, dentro de las áreas identificadas a nivel mundial como Tecnologías Emergentes, en el Doctorado en Ingeniería se realizará investigación en las siguientes áreas y líneas específicas:</p> <p>VISIÓN</p> <p>El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada, para el año 2030, será reconocido por la formación de investigadores comprometidos con la solución de problemas del sector industrial y con la generación de nuevo conocimiento que contribuya al desarrollo y consolidación de las tecnologías emergentes.</p>

OBJETIVOS

El Doctorado en Ingeniería formará investigadores capaces de identificar, planear, gestionar, ejecutar y divulgar proyectos de investigación científica que permitan la generación de nuevo conocimiento, que pueda ser aplicado a través de procesos de innovación y desarrollo, sustentados en las tecnologías emergentes. Esto producto de una sólida formación técnico-científica, que les brindará capacidades y habilidades para desarrollarse y consolidarse como académicos e investigadores en universidades, en centros de investigación, así como trabajadores / investigadores en entidades gubernamentales o en la industria que requieran de las tecnologías emergentes para cumplir con sus propósitos estratégicos. De esta forma se atenderán las necesidades de un mundo globalizado, en el marco de la responsabilidad social, el desarrollo sostenible y una visión ética del impacto de su ejercicio profesional en la sociedad, contribuyendo así a la construcción de la comunidad académica, el diálogo de saberes, el progreso de los sectores de la industria en donde las tecnologías emergentes son necesarias para el desarrollo de soluciones innovadoras y al mejoramiento de la sociedad en general que se beneficiará de las contribuciones técnico-científicas resultantes, todo en el marco de las tendencias del país y del mundo contemporáneo.

PERFIL DE INGRESO

El aspirante al Doctorado en Ingeniería de la UMNG, podrá ser un profesional en cualquier área del conocimiento de la ingeniería, Ciencias básicas y de la salud o afines a las líneas de investigación del programa, con inclinación e interés por ampliar sus conocimientos a procesos de investigación científica, aplicada y de desarrollo tecnológico. Además, debe ser un profesional idóneo, ético y comprometido con su formación integral y con el desarrollo del país, con vocación por la generación y aplicación del conocimiento en la resolución de problemas o necesidades que impliquen el uso de tecnologías emergentes. Los intereses del aspirante deben enmarcarse dentro de las líneas definidas para el programa de tal forma que establezca la posibilidad de realizar su tesis doctoral en dicha línea.

PERFIL PROFESIONAL

El Doctor en Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada se caracterizará por

	<p>ser un investigador con capacidad para diseñar, desarrollar y dirigir proyectos orientados a la generación de nuevo conocimiento relacionado con tecnologías emergentes, de alto impacto en la sociedad y los negocios, que contribuyan al desarrollo económico y social del país. Al terminar su proceso de formación, el Doctor en Ingeniería podrá:</p> <p>Planear y ejecutar proyectos de investigación básica, investigación aplicada y de desarrollo tecnológico.</p> <p>Generar nuevo conocimiento en su área de experticia mediante la aplicación de las técnicas y herramientas de su área de investigación.</p> <p>Crear, liderar y consolidar grupos y establecer redes de trabajo colaborativo en ciencia, tecnología e innovación.</p> <p>Fomentar el diálogo multidisciplinario de saberes científicos y contribuir a la formación de masa crítica del país.</p> <p>Demostrar liderazgo para el trabajo en equipos multidisciplinares.</p> <p>Comunicar el conocimiento adquirido de forma clara y efectiva por medio de publicaciones científicas y ponencias.</p> <p>Proponer alternativas de solución a problemas de interés acordes con la realidad nacional e internacional utilizando tecnologías emergentes.</p>
<p>Universidad Simón Bolívar</p>	<p>Presentación del programa</p> <p>El programa de Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación es una propuesta educativa de una academia crítica, creativa y vanguardista, que va al ritmo del mundo actual y que responde a los requerimientos de la actual sociedad del conocimiento.</p> <p>El programa de Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación se apoya en herramientas, metodologías y principios científicos y tecnológicos para el logro de su propósito de fortalecer la formación integral de los estudiantes, ampliar y desarrollar sus conocimientos y competencias, que los habiliten como investigadores les permitan profundizar teórica y conceptualmente en el campo de la gestión de las tecnologías y la innovación, para la creación, intervención y mejora de diferentes sistemas y procesos económicos, sociales o técnicos.</p>

	<p>Perfil aspirante</p> <p>El programa de Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación está dirigido a profesionales de diversas áreas del saber que busquen generar nuevo conocimiento alrededor de procesos de desarrollo científico, tecnológico y la innovación, generando valor económico y social y promoviendo el cambio y la sostenibilidad en empresas, instituciones y organizaciones en general.</p> <p>Perfil ocupacional</p> <p>El egresado del programa de Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación al finalizar sus estudios podrá ejercer a nivel independiente o corporativo en instituciones públicas o privadas, con la posibilidad de desempeñarse como:</p> <p>Líder responsable en la formulación, desarrollo, seguimiento y evaluación de las políticas, estrategias y procesos empresariales relacionadas con la tecnología y la innovación.</p> <p>Director e investigador en centros de investigación, capacitación, productividad o similares orientados al desarrollo tecnológico de sectores productivos.</p> <p>Responsable del desarrollo científico, académico, investigativo y tecnológico en instituciones de educación superior.</p> <p>Líder responsable de proyectos de desarrollo científico, tecnológico e innovación de comunidades académicas, productivas o sociales.</p> <p>Líder de procesos de formulación, desarrollo, seguimiento y/o evaluación de políticas, estrategias y mecanismos de desarrollo científico, tecnológico e innovación en organizaciones públicas.</p> <p>Profesor e investigador universitario en el campo de la gestión de la tecnología y la innovación.</p>
<p>Universidad Tecnológica de Pereira</p>	<p>Programa de posgrado aprobado con norma interna por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica de Pereira según Acuerdo No. 14 del 17 de junio de 2010</p> <p>El Doctorado en Ingeniería es un programa académico de alto nivel que ayuda a trascender el modelo de Universidad profesionalizante por el de una Universidad del saber y que se fundamenta en todos los procesos de investigación que desarrollan los</p>

	<p>grupos de investigación de las facultades de ingeniería de la Universidad.</p> <p>Asimismo, participa y promueve la apropiación social y divulgación de conocimiento a través de la investigación y también desarrolla proyectos con el sector productivo del país para la elaboración de nuevas tecnologías, productos y procesos que conlleven a un mejoramiento de la competitividad de las empresas y de las condiciones de vida de la sociedad.</p> <p>Somos un programa que forma investigadores con capacidad de resolver problemas prácticos a partir de la formulación de proyectos de investigación, pioneros e innovadores en el área de la Ingeniería, dentro de un ámbito de trabajo académico que contribuyen al crecimiento académico de la Universidad, la región y el país.</p> <p>Ser un programa reconocido a nivel nacional e internacional como líder en generación de nuevo conocimiento por medio de la investigación en las áreas de su quehacer académico, que contribuyan a la solución de problemas en el ámbito de la Ingeniería y se destaque por su gran nivel investigativo, científico, innovador de tecnologías para el bien de la Universidad, la región y el país.</p> <p>Ayudar a trascender el modelo de Universidad profesionalizante por el de una Universidad del saber fundamentada en los procesos de investigación que desarrolle el programa.</p> <p>Desarrollar proyectos de investigación con el sector productivo para la elaboración de nuevas tecnologías, productos y procesos que conlleven a un mejoramiento de la competitividad de las empresas de la región y del país.</p> <p>Participar y promover la apropiación social de conocimiento al igual que la divulgación del conocimiento a través de los procesos de investigación que desarrolle el programa.</p> <p>Incrementar la presencia de la Universidad en el contexto regional, nacional e internacional.</p> <p>Trabajar por el mejoramiento permanente de la calidad académica.</p>
<p>Universidad de Cartagena</p>	<p>Misión</p> <p>La misión del Doctorado en Ingeniería es formar investigadores autónomos y promover la investigación e innovación al más alto nivel en la Región Caribe Colombiana, con la</p>

cualificación integral de talento humano en el área de Ingeniería y de las Ciencias Aplicadas, orientada a la excelencia académica y al desarrollo científico y tecnológico que le permita a la Universidad de Cartagena y a la Universidad Tecnológica de Bolívar estar siempre a la altura de los tiempos.

El Programa de Doctorado en Ingeniería contribuirá al bienestar de la sociedad, a través de un trabajo interdisciplinario de profesionales, investigadores y estudiantes enfocados a mejorar los índices de competitividad en las Áreas de Ingeniería, Sociales, Económicas, de Ciencias, Tecnología e Innovación de la región y el país frente a un contexto global que potencie la participación de Colombia en los mercados internacionales.

Visión

El Doctorado en Ingeniería, para el 2027, será un Programa reconocido a nivel nacional e internacional por la generación y aplicación de nuevo conocimiento reflejado en producción académica, científica y tecnológica, en pro del bienestar de la sociedad y por la participación activa en la toma de decisiones orientadas a la preservación y conservación de los recursos naturales, y al desarrollo industrial y tecnológico de la región y el país

Objetivo General

Fortalecer la capacidad científica, tecnológica y de innovación de la Región Caribe Colombiana, a partir de la formación integral de talento humano a Nivel de Doctorado, con las competencias para generar nuevo conocimiento y dar soluciones creativas en las Áreas de la Ingeniería, asociadas a las necesidades sociales, económicas y ambientales acordes con los planes de desarrollo de ciencia, tecnología e innovación departamentales y nacionales.

Objetivo Específicos

Desarrollar en el estudiante competencias para su participación activa y autónoma en procesos de investigación e innovación que aporten a la identificación, análisis, prevención y solución de problemas de índole ingenieril, ambientales, sociales y

económicos con un enfoque multidisciplinario.

Cualificar talentos humanos para la investigación y profundización cognoscitiva en los énfasis de Ciencia y Tecnología de los Materiales, Energía y Medio Ambiente, y Electrónica y Computación, apoyados en las líneas de investigación de materiales, energía, electrónica - computación, y modelamiento - simulación de procesos.

Incrementar la producción académica y científica para elevar los índices de competitividad de ciencia, tecnología e innovación de la Región Caribe Colombiana.

Fortalecer las relaciones de la Universidad de Cartagena y la Universidad Tecnológica de Bolívar con los sectores públicos y privados para participar activamente en la toma de decisiones que promuevan el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental de la región.

Contribuir al proceso de establecimiento de una infraestructura científica - investigativa de excelencia, que les permita a la Universidad de Cartagena y la Universidad Tecnológica de Bolívar estrechar los lazos interinstitucionales con otras universidades, centros de investigación e industria a nivel nacional e internacional.

Promover la transferencia científica y tecnológica que permita mejorar los índices de competitividad en las áreas de Ingeniería, sociales, económicas, de ciencias, tecnología e innovación de la región y el país, frente a un contexto global que potencie la participación de Colombia en los mercados internacionales.

Contribuir a la cualificación del cuerpo docente de las Universidades de la Región Caribe y de la Nación, proveyendo el espacio para la creación, fortalecimiento y sostenibilidad de los Grupos de Investigación.

Perfil del Aspirante

Ingenieros o profesionales afines con alguno de los énfasis del Doctorado.

Perfil Profesional

Perfil del Egresado

El egresado del Doctorado en Ingeniería será un investigador autónomo y con capacidad de liderazgo que pueda trabajar en Instituciones Académicas, Industria y Gobierno, con las competencias para realizar las siguientes actividades: Generar y

difundir nuevos conocimientos técnicos y científicos en espacios académicos y de investigación en las áreas de energía, medio ambiente, materiales, electrónica y computación. Innovar y desarrollar nuevos productos y procesos o modificar los ya existentes, mediante soluciones prácticas originales en las diferentes disciplinas de la Ingeniería. Proponer y liderar proyectos científicos e industriales acorde a las necesidades de la región Caribe y la Nación en las áreas de energía, medio ambiente, materiales, electrónica y computación. Desarrollar y evaluar procesos de la gestión del conocimiento y la transferencia tecnológica al sector industrial. Publicar y divulgar los resultados de proyectos de investigación en Revistas Indexadas, Congresos y Seminarios a Nivel Internacional. Evaluar, interpretar y emitir criterios técnicos y científicos de manera autónoma sobre proyectos, artículos y otras publicaciones de la comunidad científica en las Áreas de la Ingeniería.

Perfil Ocupacional

Generar y difundir nuevos conocimientos técnicos y científicos en espacios académicos y de investigación en las áreas de energía, medio ambiente, materiales, electrónica y computación. Innovar y desarrollar nuevos productos y procesos o modificar los ya existentes, mediante soluciones prácticas y originales en las diferentes disciplinas de la Ingeniería. Proponer y liderar proyectos científicos e industriales acorde a las necesidades de la región Caribe y la Nación en las áreas de energía, medio ambiente, materiales, electrónica y computación.

Desarrollar y evaluar procesos de la gestión del conocimiento y la transferencia tecnológica al sector industrial. Publicar y divulgar los resultados de proyectos de investigación en Revistas Indexadas, Congresos y Seminarios a Nivel Internacional. Evaluar, interpretar y emitir criterios técnicos y científicos de manera autónoma sobre proyectos, artículos y otras publicaciones de la comunidad científica en las Áreas de la Ingeniería.

<p>Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano</p>	<p>La sociedad actual está inmersa en un contexto global dinámico, en el que incrementa la población mundial, demandando mayor cantidad de productos y servicios, con una preocupación creciente por el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad de los recursos; junto a estos retos importantes, se han desarrollado desde la ingeniería herramientas tecnológicas con capacidades mayores para el manejo y análisis de</p>
---	---

grandes volúmenes de información, así como con la capacidad de automatizar procesos, que antes eran de índole exclusivamente humana, lo que implica oportunidades para generar soluciones innovadoras aprovechando estas tecnologías.

En consecuencia, surge el Doctorado en Ingeniería brindando oportunidades de formación de personal del más alto nivel, para que esté en capacidad de liderar procesos investigativos, en los que manteniendo un alto rigor científico, pueda aplicar sus conocimientos de manera creativa al desarrollo de soluciones innovadoras a las problemáticas de la sociedad actual, mediante un enfoque interdisciplinar en el que se vinculan áreas próximas como son la ingeniería de la energía y el ambiente, la ingeniería de procesos y productos y la ingeniería de sistemas computacionales y de producción.

La formación del futuro doctor en ingeniería, se apoya en tres ejes transversales a saber: uso de herramientas de modelado y simulación, sostenibilidad e innovación y nuevas tecnologías, que le conferirán la impronta distintiva al doctor en ingeniería tadeísta, junto con la visión y herramientas para afrontar los retos mencionados de manera única respecto a egresados de otros programas de doctorado en ingeniería ofertados en la actualidad.

Dentro de las temáticas específicas que el doctor en ingeniería podrá abordar se encuentran:

- Escalamiento de procesos a fin de consolidarse como motor de crecimiento, competitividad y desarrollo industrial.
- Diseño de procesos y productos sostenibles.
- Evaluación y análisis del impacto socio-económico y ambiental de la penetración de energías renovables en la matriz energética.
- Gestión y análisis de datos para la toma de decisiones.

Perfil del aspirante

El programa está dirigido a personas con formación de maestría, en lo posible que incorpore un alto nivel de matemáticas aplicadas, en áreas de la ingeniería o afines; es deseable que sean profesionales de la ingeniería química y de alimentos, ingenieros

industriales, ingenieros ambientales, de sistemas o de áreas afines, que estén interesados en profundizar sus conocimientos y capacidades para realizar procesos de investigación en el ámbito de las ingenierías; también podrán ingresar al programa, estudiantes de último semestre de alguna de las maestrías del Departamento de Ingeniería de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, siempre y cuando cuenten con el concepto favorable del Comité curricular del Doctorado.

Perfil del egresado

Los egresados del Doctorado en Ingeniería de la UTadeo estarán capacitados para:

- Liderar y participar en el desarrollo de investigaciones relacionadas con el diseño de procesos industriales, de alimentos, ambientales y/o energéticos.
- Desarrollar y manejar herramientas computacionales para el tratamiento y análisis de datos.
- Evaluar, modelar y simular datos obtenidos por seguimiento de sistemas o procesos, o a partir de abordajes experimentales.
- Tomar dediciones que conduzcan al mejoramiento de productos, procesos o sistemas, soportadas en criterios de índole financiera, técnica y ambiental

Perfil ocupacional

Los egresados del Doctorado en Ingeniería podrán desempeñarse:

- Como investigadores en universidades e institutos de investigación, incluyendo tanques de pensamiento (think tanks) centrados en el análisis de los problemas relacionados con la ingeniería, tanto en el sector productivo como académico o administrativo, y que puedan generar emprendimientos a partir de la identificación de oportunidades que surjan del análisis de dichos problemas.
- Vinculados al sector privado aplicando el conocimiento generado para agregar valor a la producción mediante la incorporación de conocimiento e innovación a los procesos y productos.
- Como consultores que apoyen la toma de decisiones, mejorando la calidad y sostenibilidad de las políticas y estrategias, en entidades de índole pública o privada.

<p>Universidad Pontificia Bolivariana</p>	<p>Sobre el doctorado</p> <p>El Doctorado en Ingeniería contribuye a la búsqueda de soluciones a problemas científicos y tecnológicos de relevancia mundial, mediante el trabajo conjunto de los grupos de investigación adscritos al programa.</p> <p>Al ser un programa de alta calidad, la UPB busca que el doctor en ingeniería adquiera y fortalezca habilidades de innovación, prospectiva y análisis; las cuales son ejes fundamentales que asisten a las necesidades de la humanidad y a las transformaciones del sector productivo.</p> <p>Dirigido a:</p> <p>Profesional egresado de Ingeniería Metalúrgica, de Materiales, Químico, Mecánico, Mecatrónica, Electrónico, Electricista, de Control, de Sistemas o afines, Físico Puro o Químico Puro, Matemático (otros casos serán analizados por el Comité de Área), que tenga experiencia de trabajo en investigación por un tiempo no inferior a 2 años a través de alguno de los siguientes ítems: participación en proyectos de investigación, realización de maestría de carácter investigativo, realización de publicaciones preferiblemente internacionales.</p> <p>Perfil del egresado:</p> <p>El Doctor en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana estará capacitado para:</p> <p>Dirigir las funciones de producción, calidad, investigación, innovación y desarrollo en las empresas.</p> <p>Proponer, planear, ejecutar, dirigir o coordinar procesos de desarrollo e investigación.</p> <p>Gerenciar o dirigir las áreas de capacitación del recurso humano o similar.</p> <p>Dirigir la formulación, el seguimiento y la evaluación de las políticas y estrategias empresariales relacionadas con la ingeniería, la tecnología o la innovación.</p> <p>Dirigir centros de investigación, capacitación, productividad o similares orientados al desarrollo tecnológico de los sectores productivos.</p> <p>Dirigir instituciones de educación superior responsables del desarrollo académico, investigativo y del servicio de la calidad.</p> <p>Ser docente e investigador en instituciones de educación superior que trabajen en áreas y temas afines a la ingeniería.</p>
---	--

	<p>Desarrollar actividades de internacionalización a nivel de proyectos y productos académicos, científicos y tecnológicos.</p> <p>Rutas de investigación:</p> <p>El programa de Doctorado en Ingeniería contempla la creación de rutas de formación para cada estudiante. Con base en el análisis de la hoja de vida y sus posibilidades hacia el futuro, a cada estudiante se le diseña una ruta de formación al inicio del programa.</p> <p>Dichas rutas están dadas por temas generales de formación profesional en ingeniería, tales como:</p> <p>Aeronáutica Ambiental Automática Bioingeniería Bioprocesos Generación Transmisión y Distribución de Energía Materiales Simulación Robótica y Mecatrónica Recursos Energéticos Sistemas Telecomunicaciones e Informática Nanotecnología Optimización Procesos</p> <p>Estas rutas de formación son articuladas y orientadas por los grupos de investigación suscritos a la Escuela de Ingenierías.</p>
<p>Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito</p>	<p>PRESENTACIÓN</p> <p>Sistemas de información y computación, Robótica y Control Industrial, Biomédica, Infraestructura Sostenible, y Materiales para Ingeniería, hacen parte de la innovación, el conocimiento, las ciencias aplicadas y las tecnologías que se integran a la sociedad y la industria en el campo de la Ingeniería Electrónica y Civil.</p>

Doctorado en Ingeniería en la Escuela: cinco líneas en las áreas de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Civil.

¡Impulse el desarrollo social y acelere el crecimiento económico con conocimiento, investigación e innovación!

El Doctorado en Ingeniería de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito forma líderes que investigan y generan una economía basada en el conocimiento y la innovación, que reconocen la importancia de la investigación aplicada y su colaboración con la industria como mecanismo para impulsar desarrollos propios y acelerar el crecimiento económico y adoptan la interdisciplinariedad de la investigación en las líneas Sistemas de información y computación, Robótica y control industrial o Biomédica, del área de ingeniería electrónica, o Infraestructura sostenible o Materiales para ingeniería de ingeniería civil.

El compromiso de la Escuela es formar a los estudiantes del Doctorado en Ingeniería como agentes de cambio que incorporan sus conocimientos sobre ciencias aplicadas y tecnología a la academia, la investigación o la industria; que desarrollan estrategias para potenciar la competitividad empresarial basada en la innovación y establecen fuertes vínculos con el sector productivo, por medio de una educación teórica de excelente calidad, laboratorios con tecnología de punta, seminarios de investigación, prácticas, salidas de campo, pasantía internacional e inmersión en investigación y emprendimiento.

El programa se apoya en 74 modernos laboratorios, el software especializado y la infraestructura tecnológica de la institución, así como en los recursos bibliográficos, que han aumentado considerablemente en los últimos años de acuerdo con el avance de la ciencia y la consecuente producción intelectual.

El doctorado está en la visión de la Escuela, esbozado desde su fundación y plasmado en sus planes de desarrollo. El actual PDI 2016-2025, contempla una institución líder en la formación del más alto nivel y en la búsqueda de soluciones autóctonas que contribuyan al progreso del país.

Así mismo, es producto del trabajo conjunto de profesores e investigadores de las

diferentes áreas de la Escuela, quienes aportaron sus experiencias personales dentro y fuera del país con el objetivo de formular un programa visionario, basado en posibilidades reales, que potenciará las actividades de investigación e innovación.

Documentos de política pública y comparaciones con el entorno internacional evidencian el atraso de Colombia en la formación doctoral y la necesidad de articular universidades y empresas, profundizar en los conocimientos y formar capital humano con visión globalizada.

El Doctorado en Ingeniería de la Escuela promueve la colaboración estrecha con empresas públicas y privadas y pasantías en laboratorios internacionales para tener puntos de vista amplios.

Fuente. Autoría propia (información obtenida de los sitios web de las universidades)

Apéndice H

Descripción de los programas doctorales internacionales

Universidad	Texto
Universidad de Guadalajara	<p>Orientaciones.</p> <p>Análisis de sistemas, diseño y simulación. Arquitecturas distribuidas de sistemas de información. E-World.</p> <p>Objetivo.</p> <p>Ofrecer a los participantes además de una sólida formación científica, la oportunidad de realizar investigación formal mediante colaboraciones con otros grupos de investigadores de instituciones externas, aplicada al análisis de procesos de negocios, minería de datos, optimización, simulación, sistemas distribuidos, interfaces avanzadas en realidad virtual, gestión del conocimiento y el e-world.</p> <p>Objetivos particulares.</p> <p>Formar investigadores con un alto compromiso social que propongan soluciones dentro del área de las Tecnologías de Información. Fortalecer la docencia del pregrado al vincularla con la investigación en el área de las Tecnologías de Información. Reforzar la vinculación universidad-empresa, a través del desarrollo de proyectos conjuntos de investigación. Posicionar al CUCEA y a la Universidad de Guadalajara como motores del desarrollo científico, tecnológico, económico y social del estado de Jalisco al formar recursos de alto nivel. Ofrecer los conocimientos más recientes en materia de Tecnologías de Información.</p>

Perfil del egresado: El egresado del Doctorado en Tecnologías de Información podrá:

Formular, realizar, dirigir y evaluar proyectos de investigación, en el área de tecnologías y sistemas de información.

Diseñar y evaluar estrategias para el desarrollo de sistemas, que faciliten la automatización de procesos en los sectores público y privado.

Diseñar, evaluar e implementar estrategias de capacitación, desarrollo académico y transferencia de tecnología, orientadas a promover la asimilación e implantación de tecnologías y sistemas de información, en todos los ámbitos de la sociedad.

Desarrollar proyectos de investigación de manera autónoma en el campo de su especialidad de acuerdo con las líneas de investigación que ofrece el programa, tanto en el sector productivo como en instituciones de educación superior.

Ofrecer información útil en la toma de decisiones relativa a procesos, programas, sistemas y políticas educativas relacionadas con los sistemas de información.

Además, contar con las herramientas teóricas y metodológicas que le posibiliten realizar investigaciones referidas a temas y problemas contemporáneos de las tecnologías y sistemas de información, que cuenten con un sólido fundamento teórico y cuya metodología sea consistente con el problema que se desea abordar, mostrando así su competencia en la planeación, organización, ejecución y evaluación de proyectos.

Requisitos de ingreso.

El grado de Maestro o en su caso el acta de examen de grado.

Acreditar un promedio mínimo de ochenta con certificado original o documento que sea equiparable de los estudios precedentes, según sea el caso.

Presentar constancia del TOEFL con un mínimo de 550 puntos o un grado de 5.5 en el IELTS.

Carta de exposición de motivos para cursar el programa.

Realizar entrevista personal de evaluación con la Junta académica del doctorado.

Presentación de un proyecto de investigación acorde con las líneas de investigación del programa.

Cumplir los demás requisitos que señale la convocatoria correspondiente.

Requisitos de egreso.

Haber concluido el programa de Doctorado correspondiente.

Haber cumplido los requisitos señalados en el respectivo plan de estudios.

Presentar, defender y aprobar la tesis de grado producto de una investigación original.

Plan de Estudios:

Área de formación básica común obligatoria

Seminario de Investigación I.

Seminario de Investigación II.

Seminario de Investigación III.

Seminario de Investigación IV.

Área de formación básica particular

Computación basada en agentes.

Probabilidad y procesos estocásticos.

Enseñanza y tutoría.

Área de formación especializante.

Orientación en Análisis de sistemas, diseño y simulación.

Optimización de sistemas.

Tópicos selectos de optimización de sistemas.

Bases de datos.

	<p>Estructuras de datos avanzados y minería de datos.</p> <p>Orientación en Arquitecturas distribuidas de sistemas de información.</p> <p>Optimización de sistemas.</p> <p>Tópicos selectos de optimización de sistemas.</p> <p>Interfaces gráficas de usuarios.</p> <p>Tópicos selectos de interfaces gráficas de usuarios.</p> <p>Orientación en e-World</p> <p>Interfaces gráficas de usuarios.</p> <p>Tópicos selectos de interfaces gráficas de usuarios.</p> <p>Bases de datos.</p> <p>Estructuras de datos avanzados y minería de datos.</p> <p>Área de formación optativa abierta.</p> <p>Sistemas distribuidos.</p> <p>Sistemas de seguridad y criptografía.</p> <p>Tópicos selectos de sistemas distribuidos.</p> <p>Construcción de modelos y simulación.</p> <p>Tópicos selectos en matemáticas discretas aplicadas.</p> <p>Tópicos selectos de construcción de modelos y simulación.</p> <p>Arquitecturas de sistemas de mundo electrónico.</p> <p>Representación y modelado del conocimiento.</p> <p>Tópicos selectos de representación y modelado del conocimiento.</p> <p>Duración del programa: La duración mínima de este programa académico es de 6 (seis) semestres y la máxima de 8 (ocho) semestres, los cuales serán contados a partir del momento de la inscripción.</p>
<p>Universidad de Granada</p>	<p>El Programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad de Granada (BOE nº 274 de 15 de noviembre de 2013, Sec. I, Pág. 91391 y siguientes) tiene como objetivo básico la formación de doctores en temas que permitan el avance del conocimiento, el desarrollo y la innovación en el campo de las</p>

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), mediante la investigación científica y el desarrollo tecnológico de excelencia.

El profesorado de este programa está compuesto por investigadores pertenecientes a grupos de investigación, principalmente de la Universidad de Granada, de prestigio internacional. Entre los profesores del programa se encuentran algunos de los investigadores más relevantes en el ámbito de las TIC a nivel mundial.

El Programa de Doctorado mantiene contactos con profesores e investigadores de Universidades y Centros de Investigación nacionales e internacionales de reconocido prestigio, en donde nuestros alumnos pueden realizar estancias de investigación, así como con numerosas empresas con las que los miembros del programa han realizado y actualmente desarrollan contratos de I+D+i. Varios miembros de estas instituciones también participan en el plan de formación del programa. Además, está asociado al Campus BioTic Granada de Excelencia Internacional y al Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad de Granada (CITIC-UGR).

Por último, cabe destacar que la Universidad de Granada, a través de la investigación desarrollada, entre otros, por los profesores de este programa de doctorado, apareció en el primer puesto nacional y el 20 del mundo en el área TIC del Ranking de Taiwán. Estos altos puestos se han ido manteniendo en los años siguientes. Adicionalmente, ocupó el primer puesto nacional, el sexto de Europa y el 33º del mundo en el área TIC del Ranking de Shanghái 2017 (<http://www.shanghairanking.com/Shanghairanking-Subject-Rankings-2017/computer-science-engineering.html>). En los años siguientes, se han ido manteniendo siempre dentro de las 100 mejores universidades del mundo. Con el fin de atraer a los mejores alumnos, el Gobierno Español y la Junta de Andalucía financian casi el 100% del coste de matrícula de este programa de doctorado (coste anual medio para el estudiante inferior a

<p>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente</p>	<p>El Doctorado en Ciencias de la Ingeniería del ITESO está reconocido en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT, en la modalidad de Posgrado con la Industria Orientado a la Investigación, en el nivel de Posgrado en Desarrollo</p> <p>Objetivos generales y particulares del programa doctoral</p>
--	--

El objetivo curricular general del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería del ITESO consiste en:

Formar investigadores competentes y libres, sensibles a la problemática social de su entorno, capaces de avanzar la frontera del conocimiento y de desarrollar perspectivas teóricas y metodológicas con potencial de impacto en la innovación tecnológica de alto valor agregado.

Mediante este programa doctoral se busca:

Impulsar la formación de ingenieros investigadores así como la realización de proyectos de investigación en colaboración con la industria, que incrementen la capacidad científica-tecnológica de la región, y con ello favorecer el desarrollo económico, las oportunidades de empleo, el bienestar social y la sustentabilidad de la región.

Consolidar la posición del ITESO como socio estratégico de la industria de alta tecnología asentada en nuestra región.

Proveer a los profesores del ITESO, activos en investigación en ingeniería y en ciencias exactas, de un mejor espacio académico que eleve la calidad y cantidad de su trabajo en investigación.

Completar de manera integrada y armónica la oferta curricular de programas educativos y de investigación en ingeniería y en ciencias exactas, incluyendo los cuatro niveles formativos: licenciatura, especialidad, maestría y doctorado.

Te integras a una escuela de ingeniería que cuenta con una sólida vinculación con el sector industrial de la región.

Realizas proyectos de investigación apoyados por industrias de vanguardia tecnológica.

Cuentas con el Programa para la Gestión de la Innovación y la Tecnología ITESO y sus servicios sobre propiedad intelectual, además de la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica ITESO y el Parque Tecnológico de la universidad.

El cuerpo académico está integrado por profesionales con trayectoria en investigación.

La escuela de Ingenierías ITESO cuenta con una sólida articulación funcional y enriquecedora de los cuatro niveles educativos: licenciatura, especialidad, maestría y doctorado.

El Doctorado en Ciencias de la Ingeniería es un programa formativo centrado en el modelo de aprendiz de investigador. Se imparte en un sistema de acompañamiento que busca la calidad académica y el cuidado de las personas. Ofrece la posibilidad de realizar trabajo multidisciplinar con otros posgrados del ITESO en las más diversas áreas de conocimiento.

Te integras al conjunto de más de 200 universidades jesuitas en el mundo, que comparten la tradición de vanguardia educativa, con un ambiente universitario que cultiva el desarrollo integral del ser humano.

Te vinculas con una importante presencia de egresados del ITESO en las compañías líderes de la región.

El Doctorado en Ciencias de la Ingeniería del ITESO impulsa la formación de ingenieros que desarrollan proyectos de investigación con la industria, para incrementar la capacidad científico-tecnológica de la región, favorecer el desarrollo económico, las oportunidades de empleo, el bienestar social y la sustentabilidad de la región.

El programa visualiza la investigación en ingeniería como una herramienta efectiva de transformación social. Es una plataforma que impulsa a que los investigadores sean sensibles a la problemática social de su entorno, realicen avances en la frontera del conocimiento y desarrollen perspectivas teóricas y metodológicas innovadoras y de alto valor agregado que repercuten positivamente en la sociedad.

El doctorado cuenta con tres líneas de investigación, cada una con varios campos de concentración:

	<p>1) Diseño de dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos</p> <p>CAD para alta frecuencia Telecomunicaciones Circuitos integrados Sistemas digitales y embebidos</p> <p>2) Software de alto desempeño</p> <p>Simulación por computadora Reconocimiento de patrones Big data</p> <p>3) Gestión de la innovación y la tecnología (GinnT)</p> <p>Sistemas de Información Ecosistemas y Plataformas de Servicios BPM y Transformación Digital Innovación con Tecnología</p>
Pontificia Universidad Católica de Chile	<p>Descripción del Programa</p> <p>Este nuevo programa busca conectar la investigación con necesidades reales de la industria, sector público y organizaciones civiles, a través de la investigación aplicada y del desarrollo tecnológico.</p> <p>Objetivos del Programa</p> <p>El objetivo del Doctorado en Ingeniería y Tecnología es formar doctores de excelencia, con las competencias y habilidades necesarias para generar, aplicar y transferir conocimiento en una de las líneas de investigación del Programa, con el fin de fortalecer las capacidades tecnológicas y productivas de las industrias en el sector público o privado, contribuyendo al desarrollo económico y social del país.</p> <p>Perfil de Egreso</p> <p>Para obtener el grado académico de Doctor en Ingeniería y Tecnología, el estudiante deberá demostrar las siguientes competencias:</p> <p>Académicas:</p>

	<p>Modelar y analizar problemas complejos, aportando soluciones desde la ingeniería y la tecnología;</p> <p>Desarrollar investigación original, formal y de excelencia en un contexto aplicado;</p> <p>Mover la frontera del conocimiento en una industria e impactar en su productividad.</p> <p>Profesionales:</p> <p>Formular y gestionar proyectos de investigación con recursos y plazos definidos;</p> <p>Emplear efectivamente el conocimiento y habilidades cognitivas en un contexto profesional;</p> <p>Recoger retroalimentación de la empresa y participar en equipos de desarrollo;</p> <p>Desplegar las habilidades transversales en un ámbito profesional.</p>
<p>Pontificia Universidad Católica de Chile</p>	<p>Descripción del Programa</p> <p>La complejidad de los problemas tecnológicos actuales exige que éstos sean abordados por expertos capaces de buscar, adaptar e integrar alternativas disponibles a nivel global. El doctorado contribuye a esta perspectiva, y permite desenvolverse en nuevas investigaciones y desarrollos para la industria, agencias reguladoras y en la actividad académica. Además, el doctorado es una plataforma para efectuar consultorías especializadas, crear empresas innovadoras y actuar como agente de cambios tecnológicos profundos al interior de la empresa.</p> <p>Nuestros estudiantes pueden realizar una estadía en centros de investigación extranjeros de primer nivel, financiada por la escuela o la universidad. Asimismo, presentan sus resultados de investigación en congresos internacionales y publican artículos en revistas de corriente principal. También pueden optar por un doble grado mediante alguno de los convenios con prestigiosas universidades extranjeras actualmente vigentes.</p> <p>Objetivos del Programa</p> <p>El objetivo de este programa es proporcionar al estudiante los conocimientos más avanzados (estado del arte) en el área de Ciencia de la Computación, a través de un programa sistemático de cursos y la realización de una investigación conducente a la tesis doctoral.</p> <p>Perfil de Egreso</p> <p>El otorgamiento del grado académico de Doctor en Ciencias de la Ingeniería requiere</p>

	<p>demostrar dominio del área de estudio y la capacidad de realizar investigación en forma independiente, haciendo un aporte original al conocimiento en dicha área.</p> <p>Durante su formación doctoral, los estudiantes adquirirán competencias para enfrentar problemas científicos y tecnológicos de manera creativa y eficiente y que, por su diversa índole, requieren complementar bases teóricas y conceptuales sólidas, con la aplicación de metodologías y técnicas de análisis relevantes en algunas de las líneas de investigación del Programa.</p>
<p>Universidad Nacional Autónoma de México</p>	<p>Objetivo General de Plan de Estudios de Doctorado</p> <p>El objetivo del doctorado es proveer al alumno con una sólida formación para desarrollar investigación para producir conocimiento original e impulsar el desarrollo de tecnología de frontera en Computación.</p> <p>Perfil de ingreso</p> <p>El doctorado convocará aspirantes motivados para adquirir y aplicar nuevos conocimientos, capaces de mantener un ritmo de trabajo demandante. Que cuenten con una formación afín a la computación a nivel de maestría y que posean conocimientos sólidos y actualizados en computación, incluyendo las bases teóricas y los métodos experimentales. Como son: Arquitecturas avanzadas de procesamiento de información; Desarrollo y análisis de sistemas de software; Análisis de complejidad computacional; Administración de proyectos; Análisis de problemas teóricos ó desarrollo de aplicaciones avanzadas en uno o varios de los campos de conocimiento de la computación. Deben poseer también habilidades técnicas especializadas para el desarrollo de software y el manejo de herramientas de análisis científico.</p> <p>Perfil intermedio</p> <p>El alumno del doctorado en Ciencia e Ingeniería de la Computación al presentar su examen de Candidato al grado de Doctor deberá demostrar que cuenta con:</p> <p>Conocimiento profundo del estado de arte de su línea de investigación, Entendimiento profundo de los problemas a resolver, y</p>

	<p>Capacidad para plantear soluciones parciales a los problemas a resolver.</p> <p>Perfil de egreso</p> <p>Los egresados a nivel de doctorado tendrán un conocimiento profundo y un dominio de las bases científicas y tecnológicas que sustentan a la computación, así como un amplio conocimiento de su campo de estudio y de los avances más significativos en esta área científica. Serán capaces de identificar y evaluar problemas de investigación y desarrollo, así como planear estrategias de trabajo para su solución.</p> <p>Lo anterior exige:</p> <p>Tener capacidad para desarrollar trabajo de investigación original y de frontera, de calidad internacional, en los ámbitos científico y tecnológico.</p> <p>Saber proponer y organizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.</p> <p>Utilizar la información bibliográfica, así como las fuentes de información especializada.</p> <p>Capacidad para formar recursos humanos en todos los niveles incluyendo el de doctorado.</p> <p>Ser experto en la línea de investigación de su competencia.</p> <p>Perfil del Graduado</p> <p>Los graduados del plan de doctorado estarán capacitados para organizar y dirigir grupos de trabajo que realicen investigación original y de frontera, tanto en el ámbito científico como en el de las industrias y organismos vinculados a la problemática de esta área científica. Podrán también realizar actividades de docencia y de formación de recursos humanos en todos los niveles, incluyendo los de maestría y doctorado.</p>
<p>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey</p>	<p>Área de especialidad</p> <p>Por su naturaleza, el DCI es de ámbito multidisciplinario, cubriendo cuatro áreas de conocimiento (biotecnología, mecatrónica, ingeniería industrial y sistemas ambientales) que se han seleccionado entre las líneas de investigación con mayor fortaleza dentro de la División de Ingeniería y Arquitectura. Estas áreas interactúan entre sí a través de proyectos, centros y cátedras de investigación</p>

Las áreas de conocimiento sirven de crisol para la definición de las líneas de investigación del Programa DCI:

Mecatrónica y Manufactura Avanzada

Mecatrónica y Manufactura Avanzada comprende el análisis y la síntesis de sistemas complejos en las cuales interactúan múltiples disciplinas. La línea de Mecatrónica y Manufactura Avanzada responde a la necesidad de formar recursos humanos de investigación, con un alto nivel de preparación en las disciplinas de Automatización, Mecánica y Electrónica.

Energías Limpias y Uso Sostenible del Agua

Energías Limpias y Uso Sostenible del Agua responde a las necesidades globales por la evolución en los enfoques de operación, desde los tratamientos para el control de la contaminación hasta el concepto de responsabilidad social corporativa. Indica la relevancia que en relación con las esferas económica y social tiene el aprovechamiento de los recursos naturales con un enfoque ecosistémico, el cuidado del ambiente físico y la protección de la salud de la población, todo ello con enfoque y visión de sostenibilidad.

Ingeniería Industrial

Ingeniería Industrial está relacionada con el aumento de la competitividad a nivel mundial y representa uno de los mayores retos de toda nación, en particular de sus instituciones y empresas quienes tendrán que enfrentar un proceso continuo de aumento de productividad, uso eficiente de recursos y generación de valor para hacer frente a la creciente competencia. La investigación en la frontera del conocimiento de la línea de Ingeniería Industrial contribuye a la búsqueda, desarrollo e implementación de nuevas formas de operar y mejorar los procesos operativos y administrativos principalmente mediante el desarrollo de nuevos e innovadores modelos de toma de decisión.

Telecomunicaciones

Telecomunicaciones contribuye con soluciones a problemas fundamentales en redes y sistemas que transportan información y que permiten el diseño de plataformas que impulsan a la industria digital del futuro y las tecnologías como IoT, Ciudades

	<p>Inteligentes, Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS), smart-grid, Big-Data, e-health, 5G, radio cognitivo, espacios blancos, sistemas de localización, y sensores, para mejorar la calidad de vida de la sociedad del siglo XXI. Se desarrolla investigación para optimizar y modelar estocásticamente la comprensión esencial del desempeño fundamental en las áreas de comunicaciones inalámbricas y redes, en el tratamiento de señales e información, en la convergencia entre redes de comunicaciones ópticas y redes inalámbricas, comunicaciones vehiculares, cristales fotónicos, aspectos de los niveles de la capa física, conectividad, modulación, arquitectura de red reconfigurable, sensores, y sus aplicaciones.</p> <p>El Doctorado en Ciencias de Ingeniería tiene como objetivo:</p> <p>Formar investigadores independientes, con capacidades, conocimientos y habilidades para identificar oportunidades, desarrollar y dirigir proyectos originales de investigación en la frontera del conocimiento.</p> <p>Difundir los resultados de tales investigaciones y aplicar el conocimiento generado en el desarrollo tecnológico del país. Ser reconocido como un programa de ingeniería de alto impacto en los sectores productivo, educativo-académico y social del país.</p>
<p>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey</p>	<p>Las tendencias tecnológicas en el mundo moderno apuntan hacia la necesidad de sistemas computacionales, de mayor flexibilidad y con posibilidades novedosas de interacción, capaces de adaptarse a condiciones no previstas, ruidosas o con incertidumbre. El aprendizaje automático, el análisis y ciencia de datos, la bioinformática y biomédica, así como sistemas bio-inspirados están generando tecnología para dotar a los sistemas computacionales con las capacidades mencionadas, que transformarán la sociedad, la economía y el entorno en este siglo XXI. El Doctorado en Ciencias Computacionales prepara a sus estudiantes para ser líderes científicos, académicos y desarrolladores tecnológicos.</p> <p>Convocatoria de Becas</p> <p>El Doctorado en Ciencias Computacionales está dirigida a maestros en ciencias o maestros en ingeniería, particularmente de las áreas de informática, sistemas digitales u otras ingenierías afines, o ciencias exactas, interesados en realizar investigación de alto impacto, para contribuir al conocimiento de alguna de las áreas de especialidad de</p>

las Ciencias Computacionales.

Nuestro programa de posgrado es de cobertura nacional, impartido actualmente en los campus Monterrey y Estado de México.

Líneas de generación y aplicación de conocimiento

Las líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento (LGAC) que se trabajan en los grupos de investigación del programa se describen enseguida:

Sistemas Bio-Inspirados (Bio-inspired Algorithms). Esta línea de investigación se enfoca en el desarrollo, la extensión y la modificación de algoritmos y métodos para resolver problemas complejos sistematizando las soluciones informales en modelos heurísticos y matemáticos.

Modelos de aprendizaje automático (Machine Learning). Esta línea se enfoca en la investigación de modelos computacionales de aprendizaje con el objetivo de pronosticar o identificar comportamientos sobre un conjunto de datos o ejemplos de entrada y que conlleva a una mejor toma de decisiones.

Ciencia de Datos y Matemáticas Aplicadas (Data & Computational Science). La línea de investigación en ciencia de datos y matemáticas aplicadas estudia aspectos relacionados con el tratamiento de datos y el análisis estadístico, así como con conocimiento del dominio de discurso, con el propósito de extraer conocimiento de datos, generalmente de gran volumen (big data) y que pueden o no ser estructurados. Esta línea se complementa con las dos primeras para estructurar la solución a grandes problemas de la vida moderna, tales como el abasto de alimento, agua, energía, salud, seguridad, etc.

Bioinformática y Biomédica: En Bioinformática y Biomédica se estudian algoritmos y experimentos para el análisis, identificación y validación de bio-marcadores, diagnósticos para enfermedades (incluyendo cáncer) y en los procesos de diferenciación de células madre. Para la parte de Biomédica, la línea investiga el control y procesamiento de señales biomédicas, en especial en electroencefalografía o en imágenes de resonancia magnética; además, se estudia cómo diseñar nuevos dispositivos médicos.

Este programa tiene como objetivos formar investigadores independientes que logren:

	<p>Identificar oportunidades, desarrollar, y dirigir proyectos originales de investigación en la frontera del conocimiento de las ciencias computacionales.</p> <p>Aplicar el conocimiento generado en el desarrollo tecnológico del país.</p> <p>Realizar investigación en ciencias computaciones de alto impacto en los sectores productivo, educativo-académico y social, del país.</p>
<p>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey</p>	<p>El Doctorado en Nanotecnología, está orientado a impulsar la cadena de valor utilizando los fundamentos de las nanociencias para generar conocimiento científico de frontera que potencie el desarrollo de productos y/o servicios nanotecnológicos innovadores, e identifique oportunidades de emprendimiento de base tecnológica que incrementen las ventajas competitivas del país.</p> <p>Formar investigadores independientes, con capacidades, conocimientos y habilidades para identificar oportunidades, desarrollar, y dirigir proyectos originales de investigación en la frontera del conocimiento.</p> <p>Difundir los resultados de tales investigaciones, y aplicar el conocimiento generado en el desarrollo tecnológico del país. Ser reconocido como un programa de nanotecnología de alto impacto en los sectores científico, productivo, educativo-académico y social, del país.</p> <p>El programa de Doctorado en Nanotecnología está diseñado para candidatos con capacidad académica probada, creatividad, motivación y potencial para llevar a cabo investigaciones que se manifiesten en trabajos originales que contribuyan a enriquecer el campo de la nanotecnología.</p> <p>En el caso del DNT, se cuenta con un adecuado mecanismo de selección de aspirantes que considera los aspectos relevantes para identificar el perfil académico, como el de investigación necesarios para un desempeño sobresaliente.</p>

	<p>El candidato a ingresar al doctorado debe de tener excelentes antecedentes académicos, y contar con vocación de investigador en alguno de los campos del conocimiento que promueve el programa doctoral. El proceso de admisión está diseñado para asegurar lo anterior, enfatizando la necesidad de contar con las habilidades y potencial para la investigación. Durante el proceso de admisión se revisa el apoyo financiero que necesita el alumno y el tema de investigación. Todo lo anterior con el propósito de elevar las posibilidades de éxito del alumno y de la línea de investigación.</p>
<p>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey</p>	<p>La gran demanda por desarrollar y optimizar procesos en los sectores industrial, alimentario, agropecuario, salud y diagnóstico, entre otros, ha fomentado la incorporación de técnicas biotecnológicas para la generación de nuevos productos y servicios. De tal manera los desarrollos en el campo de la biotecnología logran beneficiar a un gran segmento de la población, dado sus vastas áreas de aplicación. Los profesionistas egresados del Doctorado en Biotecnología del Tecnológico de Monterrey son capaces de desenvolverse en el ámbito académico, científico e industrial, tanto en la aplicación como en la generación de conocimiento. Esto les permite desarrollar tecnología innovadora y sustentable en beneficio de la sociedad.</p> <p>El Doctorado en Biotecnología tiene como objetivo:</p> <p>Formar científicos capaces de producir conocimientos innovadores para establecer tecnologías de vanguardia relevantes para el sector biotecnológico, con énfasis especial en las áreas alimentaria y farmacéutica y ciencias de la vida.</p> <p>Formar líderes o colaboradores en las áreas de investigación mencionadas dentro de grupos de investigación nacional e internacional.</p> <p>En particular dentro del programa se busca formar investigadores:</p> <p>Independientes, con capacidades, conocimientos y habilidades para identificar oportunidades, desarrollar y dirigir proyectos de investigación relevantes y pertinentes para el desarrollo biotecnológico de México.</p> <p>Reconocidos por su capacidad para crear conocimiento y propiciar soluciones tecnológicas en el área biotecnológica para los centros de investigación, los sectores:</p>

	<p>productivo, educativo, académico y social del país.</p> <p>Capaces de vincularse con el sector productivo para que los frutos de la investigación se traduzcan en mejora de tecnologías, de procesos y de productos que impulsen el desarrollo del país.</p> <p>Capaces de crear, divulgar y transmitir el conocimiento en forma ética con un alto sentido de responsabilidad y compromiso social.</p> <p>El Tecnológico de Monterrey busca integrar en todos sus programas de posgrado a una nueva generación de estudiantes que hayan concluido sus estudios de licenciatura y que se distingan por ser: personas talentosas, entusiastas, comprometidas con el desarrollo de su entorno y con el bienestar de la sociedad; personas que tengan el potencial para concluir exitosamente su programa de posgrado y convertirse en líderes con espíritu emprendedor, sentido humano y competitivos internacionalmente.</p> <p>Antecedente académico de ingreso: Licenciatura o Maestría en un área afín a las líneas de investigación del programa</p>
<p>Universidad de Chile</p>	<p>Descripción:</p> <p>El Doctorado en Computación es un programa orientado a entregar a los alumnos una sólida formación y capacidad de investigar en Ciencias de la Computación, preparándolos para realizar contribuciones relevantes que avancen el conocimiento de la disciplina y para desempeñarse en cargos que requieran conocimiento y capacidad de investigación, ya sea en la academia, la industria, organizaciones o gobierno.</p> <p>Los graduados del Programa serán capaces de desempeñarse como investigadores, aplicando una perspectiva científica. En particular, serán capaces de identificar problemáticas de investigación relevantes, formular y ejecutar proyectos de investigación con una metodología adecuada, tanto de manera individual como colaborativa, y comunicar sus resultados a través de publicaciones científicas, presentaciones orales, y otros medios. Los graduados podrán desempeñar cargos académicos en instituciones de educación superior, así como cargos de investigación y desarrollo en instituciones y empresas científico-tecnológicas, tanto en Chile como en el extranjero.</p> <p>Las áreas de investigación desarrolladas en el Programa son: Teoría de la</p>

	<p>Computación, Ciencia e Ingeniería de Datos, Lenguajes de Programación, Ingeniería de Software, Ciencia e Ingeniería Computacional y Computación Centrada en la Personas.</p>
<p>Universidad Internacional Iberoamericana</p>	<p>Descripción</p> <p>La sociedad hoy en día precisa personas capaces de afrontar los diversos cambios a los que se enfrentan, debido a los rápidos avances en la ciencia, en la tecnología y en las propias organizaciones y personas. Para afrontar estos retos, es necesaria una formación que aporte un pensamiento sistémico, integral y global y, a la vez, debe ser muy formal en el modo de afrontar los procesos de cambio.</p> <p>Ante este panorama, el Doctorado en Proyectos* plantea la preparación de personas con una sólida formación científica y profesional. Aportando un perfil orientado a la investigación y cuenta con un excelente nivel académico y un diseño curricular flexible y a la medida que permite a los doctorandos contribuir al desarrollo humano, científico y tecnológico de la sociedad. Durante la realización del programa, el doctorando contará con el apoyo de profesores tutores y directores de tesis que facilitan el seguimiento y cumplimiento académico de las programas aprovechando las nuevas tecnologías.</p> <p>El programa de doctorado permite cursar asignaturas y realizar el trabajo de investigación doctoral dentro de una de las líneas de investigación que se ofrecen siguiendo un programa de estudios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gestión Empresarial y Desarrollo Directivo Proyectos Integrados Desarrollo Sostenible y Energías Renovables Arquitectura, Construcción y Urbanismo Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) Comunicación en Proyectos Organización y Tecnología Industrial Dirección y Consultoría Turística Proyectos de Salud Medio Ambiente, Calidad y Prevención

	<p>Calidad</p> <p>Ingeniería</p> <p>Tecnología Industrial</p>
<p>Pontificia</p> <p>Universidad</p> <p>Católica de</p> <p>Valparaíso</p>	<p>El Programa se enfoca a profesionales del área de la informática, que deseen desarrollar investigación aplicada o investigación y desarrollo en áreas de las ciencias de la computación, tanto en instituciones de educación superior como en centros tecnológicos y empresas. Dirigidos a aquellas personas que acrediten estar en posesión de algún grado académico de los que a continuación se indican, otorgado en Chile o en el extranjero:</p> <p>a) Grado de Magíster en Ingeniería Informática, b) Grado de Magíster en alguna especialidad afin a la informática, c) Grado de Licenciado en Ciencias de la Computación, d) Grado de Licenciado en Ciencias de la Informática, e) Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, f) Quienes acrediten estar en posesión de un grado académico cuyo nivel y contenido de estudios sean equivalentes a los necesarios para obtener el grado de Licenciado en las áreas mencionadas precedentemente.</p> <p>Descripción y objetivos del programa</p> <p>El Doctorado en Ingeniería Informática es un programa de postgrado destinado a formar investigadores independientes, autónomos y originales en Ingeniería Informática. Dichos profesionales adquirirán la capacidad para generar conocimientos, resolver problemas complejos y proponer soluciones innovadoras que involucren a las tecnologías de la información. El programa transmite a sus alumnos los valores humanos y cristianos propios de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. El programa tiene como finalidad la formación de graduados de alto nivel en el área de la Ingeniería Informática, con especial énfasis en la investigación aplicada y la transferencia tecnológica.</p>
<p>Universidad</p> <p>de la</p> <p>Concepción</p>	<p>El programa de Doctorado en Ciencias de la Computación es de carácter científico.</p> <p>Los egresados del programa se formarán para realizar investigación original en forma autónoma para el avance de conocimiento en Ciencias de la Computación. El carácter del programa se sustenta en los requisitos para la obtención del grado. Los estudiantes</p>

	<p>deben acreditar su formación como investigadores en un área específica a través del desarrollo de una tesis de grado y la difusión de su contribución científica, acreditando al menos una publicación aceptada en una revista de corriente principal reconocida en el área y una sometida a revisión.</p> <p>formar investigadores capaces de diseñar, realizar y liderar en forma autónoma, investigación reconocida como aporte original al avance de las ciencias de la computación.</p>
<p>Universidad Técnica Federico Santa María</p>	<p>Descripción General</p> <p>El Doctorado en Ingeniería Informática ofrecido por la Universidad Técnica Federico Santa María (USM), es uno de los primeros doctorados de Chile en esta área y tiene por objetivo formar investigadores con sólido conocimiento científico en las diversas áreas de las Ciencias de la Informática como lo son la Inteligencia Artificial, Optimización, Computación Paralela, Computación Científica, Biomédica, entre otras, con el fin de realizar investigación de categoría mundial. El Doctor en Ingeniería Informática de la USM es capaz de realizar investigaciones internacionales, respaldadas por el gran prestigio del programa.</p> <p>El objetivo del Doctorado en Ingeniería Informática es formar especialistas que deseen adquirir conocimientos avanzados en el área de la Ingeniería Informática, a través de un programa sistemático de cursos y seminarios y la realización de una investigación teórica o aplicada conducente a la tesis doctoral, de modo que, a través de dicha investigación original e independiente, contribuya al desarrollo científico de la Ingeniería Informática.</p> <p>El graduado del programa DII debe ser capaz de: a) Desarrollar una investigación pura o aplicada, en el área de la ingeniería informática. b) Analizar un problema de investigación específico en alguna área de la ingeniería informática, estudiar el estado del arte asociado a este problema, y proponer una solución original e independiente. c) Evaluar la calidad o el desempeño de la solución propuesta al problema de investigación. d) Resumir y difundir los resultados obtenidos durante la investigación y divulgarlos en revistas y conferencias internacionales de su especialidad.</p>

<p>Universidad de Buenos Aires</p>	<p>El Doctorado de la Universidad de Buenos Aires es personalizado, esto quiere decir que el trayecto de formación a realizar por cada doctorando se determina en función de los antecedentes académicos, tema de investigación y proyecto de tesis. El Título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires es el de mayor jerarquía emitido por nuestra universidad. La tarea fundamental de un candidato al Doctorado es la realización de un trabajo que signifique una contribución original al conocimiento de la especialización científica y/o tecnológica elegida. Este trabajo constituirá su Tesis de Doctorado. La investigación puede realizarse en un área diferente al título de grado y ser de carácter interdisciplinario. El doctorando deberá aprobar un cierto número de cursos o seminarios especiales para graduados desarrollados por la UBA, por otras universidades o instituciones nacionales o extranjeras de reconocido prestigio.</p>
<p>Universidad de las Américas Puebla</p>	<p>Dado el compromiso de la UDLAP con la excelencia académica, se espera que el aprendizaje obtenido por los estudiantes sea de alto nivel; profundo, significativo, crítico, innovador y socialmente relevante, que les permita resolver de manera eficaz, los problemas profesionales, tanto de orden teórico como de orden práctico, dejando atrás el aprendizaje superficial, memorístico, mecánico y no reflexivo.</p> <p>El objetivo del posgrado integrado en sistemas inteligentes es formar investigadores con capacidad de innovar en el diseño e implementación de modelos matemáticos y sistemas para resolver con integridad, creatividad y sensibilidad diferentes aplicaciones en áreas como las ciencias de la computación, electrónica, automatización y/o biomedicina con resultados atractivos y benéficos a sectores industriales y a la sociedad; así como promover con liderazgo, compromiso, responsabilidad y ética el desarrollo de nuevas tecnologías tanto en la industria como en centros de investigación e instituciones académicas; además de tener las competencias para realizar labores de docencia e incidir en la enseñanza a nivel</p>

	<p>licenciatura, maestría y doctorado. Esto será posible a través de la dedicación exclusiva de los estudiantes al programa, participar en proyectos de investigadores, integrarse a un grupo asociado a una de las líneas de investigación del programa, publicar resultados en revistas indexadas, difundir actividades de investigación en foros nacionales e internacionales, actuar con profesionalismo y sensibilidad en contextos sociales, y comprometerse con el aprendizaje continuo para mantenerse como miembros efectivos a la comunidad.</p> <p>Promocionar el programa de doctorado a fin de lograr la participación de candidatos de alto nivel académico en el proceso de selección.</p> <p>Incrementar el número de publicaciones en revistas indexadas por parte de la facultad, que integra al programa, mediante la colaboración de los estudiantes del doctorado.</p> <p>Vincular al programa de doctorado con empresas del país, y con programas de doctorado de otras universidades nacionales e internacionales.</p> <p>Contribuir en la generación de nuevo conocimiento en las diferentes líneas de investigación del programa de doctorado mediante la elaboración de proyectos tesis por parte de los estudiantes de doctorado.</p> <p>Formar profesionistas con habilidades para investigar que puedan ejercer en empresas o como académicos en instituciones de educación superior.</p>
Tecnológico de Costa Rica	<p>Programa interuniversitario TEC-UCR</p> <p>La Dirección de Posgrados del Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica (UCR) abren el programa de Doctorado Académico en Ingeniería, con el objetivo primordial de formar investigadores en el área de la ingeniería.</p> <p>Esta propuesta es consistente con el desarrollo marcado por la evolución de nuevas demandas en el mercado nacional y de recurso humano capacitado en la investigación en tecnología.</p> <p>La alianza entre las dos universidades más fuertes en el área de ingeniería del país permite sinergias que potencian los resultados alcanzables y las alianzas con otras universidades y con el sector productivo.</p>

	<p>Objetivo estratégico:</p> <p>Apoyar el desarrollo científico-tecnológico de la sociedad costarricense y centroamericana, a través de la investigación formal y la generación de nuevo conocimiento en las diferentes ramas de la ingeniería.</p>
<p>Universidad Autónoma Metropolitana</p>	<p>Formar investigadores, profesores y profesionales con conocimientos sólidos y una perspectiva global en las áreas de las CyTI, capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Identificar y caracterizar problemas de frontera en un dominio de especialización, así como proponer y desarrollar un método de investigación que contribuya a su solución mediante la generación de conocimiento. ii) Aplicar el conocimiento a la generación de tecnologías y métodos innovadores. iii) Comunicar sus conocimientos de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita. iv) Adquirir conocimiento por iniciativa propia. v) Desempeñarse, en el uso y generación de conocimiento, con un criterio independiente que les permita reconocer el efecto de sus acciones en el entorno. <p>Perfil de ingreso</p> <p>Que sea un profesional de las áreas de las Ciencias y Tecnologías de la Información o áreas afines que haya demostrado capacidad de observación crítica, reflexiva y analítica. Que tenga interés por plantear y llevar a cabo proyectos innovadores de investigación y desarrollo tecnológico en beneficio de la sociedad. Debe ser proactivo, disciplinado y ser abierto a la crítica con el fin de mejorar continuamente su trabajo.</p> <p>- 3 -</p> <p>Perfil de egreso</p> <p>Será un investigador con formación sólida y con una perspectiva global en las áreas de las Ciencias y Tecnologías de la Información, así como con conocimientos profundos en su área de especialización. Tendrá habilidad para plantear proyectos de investigación, generar tecnologías y métodos innovadores para contribuir con el desarrollo de la sociedad.</p>

	<p>Será capaz de generar y transmitir sus conocimientos en foros especializados o académicos.</p>
<p>Universidad Nacional de Córdoba</p>	<p>El Doctorado en Ciencias de la Ingeniería impulsa el desarrollo de tecnologías propias mediante tareas de investigación, fomentando nuevos avances científicos y técnicos. Su modalidad es presencial con duración de 5 años. El doctorado está acreditado por CONEAU en Categoría "A". La tesis doctoral consistirá en la realización de un trabajo de investigación sobre un tema de las Ciencias de la Ingeniería. Deberá estar elaborada sobre la base de una rigurosa metodología de trabajo científico y constituir un aporte original al conocimiento científico o tecnológico de la especialidad elegida.</p> <p>El Doctorado está dirigido principalmente a egresados de las carreras de ingeniería y licenciaturas en ciencias básicas afines, que deseen alcanzar el título máximo de doctor/a, a través de la realización de aportes originales a las ciencias de la ingeniería, con el apoyo de cursos específicos de posgrado. La carrera se sustenta en un plan de tesis y un plan de cursos a tomar. La tesis doctoral corresponde a la realización de una investigación original, a nivel internacional.</p>

Fuente. Autoría propia (información obtenida de los sitios web de las universidades)

Apéndice I

Código del Motor NLP

Actividad	Descripción
Bloque 1	<pre> import os import nltk #Librería basica para procesamiento de texto from nltk.corpus import stopwords #Eliminar palabras vacias from nltk.tokenize import word_tokenize #dividir palabras de un documento import string import pandas as pd import numpy as np import pickle import re #expresiones regulares import matplotlib.pyplot as plt import nltk.data from nltk.tokenize import PunktSentenceTokenizer from nltk.corpus import webtext from os import listdir from nltk.corpus import wordnet as wn import nltk.stem from nltk.stem import SnowballStemmer from collections import Counter import math import codecs from wordcloud import WordCloud from nltk.corpus import stopwords import difflib from PIL import Image from wordcloud import WordCloud, STOPWORDS, ImageColorGenerator, get_single_color_f unc nltk.download('stopwords') stopwords.words('spanish') spStop=stopwords.words('spanish') nltk.download('webtext') nltk.download('wordnet') nltk.download('omw') nltk.download("book") #nlp = spacy.load('es_core_news_sm') stemmer = SnowballStemmer('spanish') </pre>
Resultado	<pre> [nltk_data] Downloading package stopwords to /root/nltk_data... [nltk_data] Package stopwords is already up-to-date! [nltk_data] Downloading package webtext to /root/nltk_data... </pre>

```

[nltk_data] Package webtext is already up-to-date!
[nltk_data] Downloading package wordnet to /root/nltk_data...
[nltk_data] Package wordnet is already up-to-date!
[nltk_data] Downloading package omw to /root/nltk_data...
[nltk_data] Package omw is already up-to-date!
[nltk_data] Downloading collection 'book'
[nltk_data] |
[nltk_data] | Downloading package abc to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/abc.zip.
[nltk_data] | Downloading package brown to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/brown.zip.
[nltk_data] | Downloading package chat80 to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/chat80.zip.
[nltk_data] | Downloading package cmudict to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/cmudict.zip.
[nltk_data] | Downloading package conll2000 to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/conll2000.zip.
[nltk_data] | Downloading package conll2002 to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/conll2002.zip.
[nltk_data] | Downloading package dependency_treebank to
[nltk_data] | /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/dependency_treebank.zip.
[nltk_data] | Downloading package genesis to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/genesis.zip.
[nltk_data] | Downloading package gutenber to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/gutenberg.zip.
[nltk_data] | Downloading package ieer to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/ieer.zip.
[nltk_data] | Downloading package inaugural to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/inaugural.zip.
[nltk_data] | Downloading package movie_reviews to
[nltk_data] | /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/movie_reviews.zip.
[nltk_data] | Downloading package nps_chat to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/nps_chat.zip.
[nltk_data] | Downloading package names to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/names.zip.
[nltk_data] | Downloading package ppattach to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/ppattach.zip.
[nltk_data] | Downloading package reuters to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Downloading package senseval to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/senseval.zip.
[nltk_data] | Downloading package state_union to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/state_union.zip.
[nltk_data] | Downloading package stopwords to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Package stopwords is already up-to-date!
[nltk_data] | Downloading package swadesh to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/swadesh.zip.
[nltk_data] | Downloading package timit to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/timit.zip.
[nltk_data] | Downloading package treebank to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/treebank.zip.
[nltk_data] | Downloading package toolbox to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/toolbox.zip.
[nltk_data] | Downloading package udhr to /root/nltk_data...
[nltk_data] | Unzipping corpora/udhr.zip.

```

	<pre> [nltk_data] Downloading package udhr2 to /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping corpora/udhr2.zip. [nltk_data] Downloading package unicode_samples to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping corpora/unicode_samples.zip. [nltk_data] Downloading package webtext to /root/nltk_data... [nltk_data] Package webtext is already up-to-date! [nltk_data] Downloading package wordnet to /root/nltk_data... [nltk_data] Package wordnet is already up-to-date! [nltk_data] Downloading package wordnet_ic to /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping corpora/wordnet_ic.zip. [nltk_data] Downloading package words to /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping corpora/words.zip. [nltk_data] Downloading package maxent_treebank_pos_tagger to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping taggers/maxent_treebank_pos_tagger.zip. [nltk_data] Downloading package maxent_ne_chunker to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping chunkers/maxent_ne_chunker.zip. [nltk_data] Downloading package universal_tagset to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping taggers/universal_tagset.zip. [nltk_data] Downloading package punkt to /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping tokenizers/punkt.zip. [nltk_data] Downloading package book_grammars to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping grammars/book_grammars.zip. [nltk_data] Downloading package city_database to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping corpora/city_database.zip. [nltk_data] Downloading package tagsets to /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping help/tagsets.zip. [nltk_data] Downloading package panlex_swadesh to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Downloading package averaged_perceptron_tagger to [nltk_data] /root/nltk_data... [nltk_data] Unzipping taggers/averaged_perceptron_tagger.zip. [nltk_data] [nltk_data] Done downloading collection book </pre>
Bloque 2	!spacy download es_core_news_sm
Resultado	<pre> 2022-11-07 03:05:36.499716: E tensorflow/stream_executor/cuda/cuda_driver.cc:271] failed call to cuInit: CUDA_ERROR_NO_DEVICE: no CUDA-capable device is detected Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://us-python.pkg.dev/colab-wheels/public/simple/ Collecting es-core-news-sm==3.4.0 </pre>

	<p>Downloading https://github.com/explosion/spacy-models/releases/download/es_core_news_sm-3.4.0/es_core_news_sm-3.4.0-py3-none-any.whl (12.9 MB)</p> <p> 12.9 MB 20.9 MB/s</p> <p>Requirement already satisfied: spacy<3.5.0,>=3.4.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from es-core-news-sm==3.4.0) (3.4.2)</p> <p>Requirement already satisfied: tqdm<5.0.0,>=4.38.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (4.64.1)</p> <p>Requirement already satisfied: numpy>=1.15.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (1.21.6)</p> <p>Requirement already satisfied: langcodes<4.0.0,>=3.2.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (3.3.0)</p> <p>Requirement already satisfied: spacy-legacy<3.1.0,>=3.0.10 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (3.0.10)</p> <p>Requirement already satisfied: typer<0.5.0,>=0.3.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (0.4.2)</p> <p>Requirement already satisfied: Jinja2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.11.3)</p> <p>Requirement already satisfied: requests<3.0.0,>=2.13.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.23.0)</p> <p>Requirement already satisfied: pathy>=0.3.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (0.6.2)</p> <p>Requirement already satisfied: srsly<3.0.0,>=2.4.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.4.5)</p> <p>Requirement already satisfied: packaging>=20.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (21.3)</p> <p>Requirement already satisfied: wasabi<1.1.0,>=0.9.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (0.10.1)</p> <p>Requirement already satisfied: setuptools in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (57.4.0)</p> <p>Requirement already satisfied: thinc<8.2.0,>=8.1.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (8.1.5)</p> <p>Requirement already satisfied: pydantic!=1.8,!1.8.1,<1.11.0,>=1.7.4 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (1.10.2)</p> <p>Requirement already satisfied: cymem<2.1.0,>=2.0.2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.0.7)</p>
--	---

Requirement already satisfied: preshed<3.1.0,>=3.0.2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (3.0.8)

Requirement already satisfied: typing-extensions<4.2.0,>=3.7.4 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (4.1.1)

Requirement already satisfied: murmurhash<1.1.0,>=0.28.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (1.0.9)

Requirement already satisfied: catalogue<2.1.0,>=2.0.6 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.0.8)

Requirement already satisfied: spacy-loggers<2.0.0,>=1.0.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (1.0.3)

Requirement already satisfied: zipp>=0.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from catalogue<2.1.0,>=2.0.6->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (3.10.0)

Requirement already satisfied: pyparsing!=3.0.5,>=2.0.2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from packaging>=20.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (3.0.9)

Requirement already satisfied: smart-open<6.0.0,>=5.2.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pathy>=0.3.5->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (5.2.1)

Requirement already satisfied: chardet<4,>=3.0.2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from requests<3.0.0,>=2.13.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (3.0.4)

Requirement already satisfied: certifi>=2017.4.17 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from requests<3.0.0,>=2.13.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2022.9.24)

Requirement already satisfied: urllib3!=1.25.0,!1.25.1,<1.26,>=1.21.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from requests<3.0.0,>=2.13.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (1.24.3)

Requirement already satisfied: idna<3,>=2.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from requests<3.0.0,>=2.13.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.10)

Requirement already satisfied: blis<0.8.0,>=0.7.8 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from thinc<8.2.0,>=8.1.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (0.7.9)

Requirement already satisfied: confection<1.0.0,>=0.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from thinc<8.2.0,>=8.1.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (0.0.3)

Requirement already satisfied: click<9.0.0,>=7.1.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from typer<0.5.0,>=0.3.0->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (7.1.2)

Requirement already satisfied: MarkupSafe>=0.23 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from jinja2->spacy<3.5.0,>=3.4.0->es-core-news-sm==3.4.0) (2.0.1)

Installing collected packages: es-core-news-sm

Successfully installed es-core-news-sm-3.4.0

✓ Download and installation successful

You can now load the package via `spacy.load('es_core_news_sm')`

Bloque 3	<pre>import spacy spacy.prefer_gpu() nlp = spacy.load('es_core_news_sm')</pre>
Resultado	Complete
Bloque 4	<pre>from google.colab import drive drive.mount('/content/drive')</pre>
Resultado	Mounted at /content/drive
Bloque 5	<pre># Tokens def extraer_tokens(text, st_words): listtok = [t for t in text.split()] clean_tokens = listtok[:] for token in listtok: if token in st_words: clean_tokens.remove(token) return clean_tokens def extraer_st_words(listtok, st_words): clean_tokens = listtok[:] for token in listtok: if token in st_words: clean_tokens.remove(token) return clean_tokens def normalize(text): doc = nlp(text) words = [t.orth_ for t in doc if not t.is_punct t.is_stop] lexical_tokens = [t.lower() for t in words if len(t) > 3 and t.isalpha()] return lexical_tokens def lemmasfunction(tokend_list): output=[] for token in tokend_list: output.append(stemmer.stem(token))</pre>

```

    return output

def cosine_similarity_ngrams(a, b):
    vec1 = Counter(a)
    vec2 = Counter(b)

    intersection = set(vec1.keys()) & set(vec2.keys())
    numerator = sum([vec1[x] * vec2[x] for x in intersection])

    sum1 = sum([vec1[x]**2 for x in vec1.keys()])
    sum2 = sum([vec2[x]**2 for x in vec2.keys()])
    denominator = math.sqrt(sum1) * math.sqrt(sum2)

    if not denominator:
        return 0.0
    return float(numerator) / denominator

def gap_tematicas(set1):
    text3=""
    for word in set1:

        text3 = text3 + ' '+ word

    return text3

def program2referent(programs,names,referente):
    output=[]
    for programa in programs:
        output.append(cosine_similarity_ngrams(programa,referente))
    df_output=pd.DataFrame(output,index=names,columns=['similitud'])
    return df_output

def unirTokwns(set1,set2):
    lista=[]
    for programa in set1:
        lista= lista + programa
    for programmas in set2:
        lista= lista + programmas

    return lista

def unirTokwns1set(set1):

```

	<pre> lista=[] for tokens in set1: lista= lista + tokens return lista def frecuencias(tokens): freq2 = nltk.FreqDist(tokens) return freq2 </pre>
Resultado	Complete
Bloque 6	<pre> from nltk.tokenize.treebank import TreebankWordDetokenizer camino="/content/drive/MyDrive/Proyecto/UniversidadesNacionalesContent.xlsx" dataPrograms= pd.read_excel(camino) #unad_raw_normalized=normalize(unad_raw) #unad_raw_normalized=extraer_st_words(unad_raw_normalized,stopwords.words('spanish')) #unad_raw_wordcloud = unad_raw_normalized #para visualizar #unad_raw_normalized=lemmasfunction(unad_raw_normalized) #Para comparar dataPrograms['Normalizada'] = dataPrograms.apply(lambda x: normalize(x['Texto']), axis = 1) dataPrograms['SotpWords'] = dataPrograms.apply(lambda x: extraer_st_words(x['Normalizada'],stopwords.words('spanish')), axis = 1) #extraer_st_words(referentraw_normalized,stopwords.words('spanish')) dataPrograms['Lemantizadas'] = dataPrograms.apply(lambda x: lemmasfunction(x['SotpWords']), axis = 1) #informacion['parsed'] = informacion.Texto.apply(nlp) dataPrograms['TextToanalice'] = dataPrograms.apply(lambda x: TreebankWordDetokenizer().detokenize(x['SotpWords']), axis = 1) dataPrograms['Parsed'] = dataPrograms.TextToanalice.apply(nlp) dataPrograms </pre>
Resultado	

Unnamed: 0	Universidad	Tipo	Texto	Normalizada	Sotwords	Lemantizadas	TextToanalice	Parsed	
0	1	Universidad de Guadalajara	Internacional	Orientaciones.\n\nAnálisis de sistemas, diseño...	[orientaciones, análisis, sistemas, diseño, si...	[orientaciones, análisis, sistemas, diseño, si...	[orient, analisis, sistem, diseñ, simul, arqu...	orientaciones análisis sistemas diseño simulac...	(orientaciones, análisis, sistemas, diseño, si...
1	2	Universidad de Granada	Internacional	El Programa de Doctorado en Tecnologías de la ...	[programa, doctorado, tecnologías, información...	[programa, doctorado, tecnologías, información...	[program, doctor, tecnolog, inform, comun, uni...	programa doctorado tecnologías informac...	(programa, doctorado, tecnologías, información...
2	3	Universidad de la Costa	Nacional	El Programa de Doctorado en Tecnologías de la ...	[programa, doctorado, tecnologías, información...	[programa, doctorado, tecnologías, información...	[program, doctor, tecnolog, inform, comun, ads...	programa doctorado tecnologías informac...	(programa, doctorado, tecnologías, información...
3	4	Universidad Nacional de Colombia	Nacional	Perfil del Aspirante\nEl Doctorado está dirigi...	[perfil, aspirante, doctorado, dirigido, perso...	[perfil, aspirante, doctorado, dirigido, perso...	[perfil, aspir, doctor, dirig, person, pos, ti...	perfil aspirante doctorado dirigido personas p...	(perfil, aspirante, doctorado, dirigido, perso...
4	5	Universidad de los Andes	Nacional	El programa tiene como objetivo formar líderes...	[programa, objetivo, formar, líderes, capaces...	[programa, objetivo, formar, líderes, capaces...	[program, objet, form, lider, capac, identific...	programa objetivo formar líderes capaces ident...	(programa, objetivo, formar, líderes, capaces...
5	6	Universidad de los Andes	Nacional	El programa de Doctorado en Ingeniería tiene c...	[programa, doctorado, ingeniería, objetivo, fo...	[programa, doctorado, ingeniería, objetivo, fo...	[program, doctor, ingeni, objet, formacion, in...	programa doctorado ingeniería objetivo formaci...	(programa, doctorado, ingeniería, objetivo, fo...
6	7	Institución Universitaria ITM	Nacional	Dirigido a\n\nPerfil Convocado\n\nProfesional...	[dirigido, perfil, convocado, profesionales, a...	[dirigido, perfil, convocado, profesionales, a...	[dirig, perfil, convoc, profesional, afin, are...	dirigido perfil convocado profesionales afines...	(dirigido, perfil, convocado, profesionales, a...
7	8	Universidad Pontificia Bolivariana	Nacional	Los representantes del ámbito público, los sec...	[representantes, ámbito, público, sectores, pr...	[representantes, ámbito, público, sectores, pr...	[represent, ambit, public, sector, product, in...	representantes ámbito público sectores product...	(representantes, ámbito, público, sectores, pr...
8	9	Universidad Nacional de Colombia	Nacional	Perfil del Aspirante\n\nProfesionales interesados...	[perfil, aspirante, profesionales, interesados...	[perfil, aspirante, profesionales, interesados...	[perfil, aspir, profesional, interes, investig...	perfil aspirante profesionales interesados inv...	(perfil, aspirante, profesionales, interesados...
9	10	Universidad Nacional de Colombia	Nacional	Perfil del Aspirante\n\nProfesionales con voca...	[perfil, aspirante, profesionales, vocación, l...	[perfil, aspirante, profesionales, vocación, l...	[perfil, aspir, profesional, vocacion, investi...	perfil aspirante profesionales vocación invest...	(perfil, aspirante, profesionales, vocación, l...
10	11	Universidad Nacional de Colombia	Nacional	El Doctorado en Ingeniería - Sistemas e Inform...	[doctorado, ingeniería, sistemas, informática...	[doctorado, ingeniería, sistemas, informática...	[doctor, ingeni, sistem, informat, form, inves...	doctorado ingeniería sistemas informática form...	(doctorado, ingeniería, sistemas, informática...
11	12	Universidad del Cauca	Nacional	La Telemática se refiere a un área del saber s...	[telemática, refiere, área, surgida, integraci...	[telemática, refiere, área, surgida, integraci...	[telemat, refer, are, surg, integr, trayector...	telemática refiere área surgida integración tr...	(telemática, refiere, área, surgida, integraci...
12	13	Universidad de Caldas	Nacional	El Doctorado en Ingeniería de la Universidad d...	[doctorado, ingeniería, universidad, caldas, o...	[doctorado, ingeniería, universidad, caldas, o...	[doctor, ingeni, univers, cald, ofrec, comun, ...	doctorado ingeniería universidad caldas ofrece...	(doctorado, ingeniería, universidad, caldas, o...
13	14	Universidad del Valle	Nacional	Presentación: \n\nEl Doctorado de Ingeniería ...	[presentación, doctorado, ingeniería, aprobado...	[presentación, doctorado, ingeniería, aprobado...	[present, doctor, ingeni, aprob, consolid, esp...	presentación doctorado ingeniería aprobado con...	(presentación, ingeniería, aprobado...
14	15	Universidad Industrial de Santander	Nacional	El Doctorado en Ciencias de la Computación en ...	[doctorado, ciencias, computación, universidad...	[doctorado, ciencias, computación, universidad...	[doctor, cienci, comput, univers, industrial, ...	doctorado ciencias computación universidad ind...	(doctorado, ciencias, computación, universidad...
15	16	Universidad Industrial de Santander	Nacional	\n\nEl programa del Doctorado en Ingeniería Área...	[programa, doctorado, ingeniería, áreas, ingen...	[programa, doctorado, ingeniería, áreas, ingen...	[program, doctor, ingeni, are, ingeni, electr...	programa doctorado ingeniería áreas ingeniería...	(programa, doctorado, ingeniería, áreas, ingen...
16	17	Universidad Distrital	Nacional	El Doctorado en Ingeniería, es el resultado de...	[doctorado, ingeniería, resultado, estudio, an...	[doctorado, ingeniería, resultado, estudio, an...	[doctor, ingeni, result, estudi, analisis, ent...	doctorado ingeniería resultado estudio análisis...	(doctorado, ingeniería, resultado, estudio, an...
17	18	Universidad Javeriana	Nacional	Programa con acreditación de alta calidad\n\nEl ...	[programa, acreditación, alta, calidad, progra...	[programa, acreditación, alta, calidad, progra...	[program, acredit, alta, calid, program, docto...	programa acreditación alta calidad programa do...	(programa, acreditación, alta, calidad, progra...
18	19	Universidad de la Sabana	Nacional	El Doctorado en Ingeniería de la Universidad d...	[doctorado, ingeniería, universidad, sabana, b...	[doctorado, ingeniería, universidad, sabana, b...	[doctor, ingeni, univers, saban, busc, aport, ...	doctorado ingeniería universidad sabana busca ...	(doctorado, ingeniería, universidad, sabana, b...
19	20	Universidad de la Sabana	Nacional	El Doctorado en Innovación Educativa con uso d...	[doctorado, innovación, educativa, estructurad...	[doctorado, innovación, educativa, estructurad...	[doctor, innov, educ, estructur, form, obedec...	doctorado innovación educativa estructurad fo...	(doctorado, innovación, educativa, estructurad...
20	21	Universidad EAFIT	Nacional	El Doctorado en Ingeniería forma personas con ...	[doctorado, ingeniería, forma, personas, capac...	[doctorado, ingeniería, forma, personas, capac...	[doctor, ingeni, form, person, capac, orient, ...	doctorado ingeniería forma personas capacidad ...	(doctorado, ingeniería, forma, personas, capac...
21	22	Universidad del Norte	Nacional	El programa de Doctorado en Ingeniería de Sist...	[programa, doctorado, ingeniería, sistemas, co...	[programa, doctorado, ingeniería, sistemas, co...	[program, doctor, ingeni, sistem, comput, univ...	programa doctorado ingeniería sistemas computa...	(programa, doctorado, ingeniería, sistemas, co...
22	23	Universidad de Medellín	Nacional	Doctorado ingeniería Objetivo\n\nEl Doctorado de...	[doctorado, ingeniería, objetivo, doctorado, l...	[doctorado, ingeniería, objetivo, doctorado, l...	[doctor, ingeni, objet, doctor, ingeni, conceb...	doctorado ingeniería objetivo doctorado ingeni...	(doctorado, ingeniería, objetivo, doctorado, l...
23	24	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Nacional	El primer doctorado en Ingeniería en red de Co...	[doctorado, ingeniería, colombia, aprobado, ml...	[doctorado, ingeniería, colombia, aprobado, ml...	[doctor, ingeni, colombi, aprob, ministeri, ed...	doctorado ingeniería colombia aprobado ministe...	(doctorado, ingeniería, colombia, aprobado, ml...
24	25	Universidad Tecnológica de Bolívar	Nacional	La Universidad Tecnológica de Bolívar y la Uni...	[universidad, tecnológica, bolívar, universida...	[universidad, tecnológica, bolívar, universida...	[univers, tecnolog, boliv, univers, cartagen, ...	universidad tecnológica bolívar universidad ca...	(universidad, tecnológica, bolívar, universida...
25	27	Universidad EIA	Nacional	El programa de Doctorado en Ingeniería de la U...	[programa, doctorado, ingeniería, universidad...	[programa, doctorado, ingeniería, universidad...	[program, doctor, ingeni, univers, fundament, ...	programa doctorado ingeniería universidad fund...	(programa, doctorado, ingeniería, universidad...

26	28	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Nacional	El aspirante a cursar este programa de Docto...	[aspirante, cursar, programa, doctorado, deber...	[aspirante, cursar, programa, doctorado, deber...	[aspir, curs, program, doctor, deb, pos, titul...	aspirante cursar programa doctorado deberá pos...	(aspirante, cursar, programa, doctorado, deber...
27	29	Universidad del Cauca	Nacional	El programa de Doctorado en Ciencias de la Com...	[programa, doctorado, ciencias, computación, p...	[programa, doctorado, ciencias, computación, p...	[program, doctor, cienci, comput, program, for...	programa doctorado ciencias computación programa...	(programa, doctorado, ciencias, computación, p...
28	30	Universidad Militar Nueva Granada	Nacional	MISION\n\nLa misión del Doctorado en Ingenier...	[misión, misión, doctorado, ingeniería, univer...	[misión, misión, doctorado, ingeniería, univer...	[mision, mision, doctor, ingeni, univers, mili...	misión misión doctorado ingeniería universidad...	(misión, misión, doctorado, ingeniería, univer...
29	31	Universidad Simón Bolívar	Nacional	Presentación del programa\n\nEl programa de Do...	[presentación, programa, programa, doctorado, ...	[presentación, programa, programa, doctorado, ...	[present, program, program, doctor, gestion, l...	presentación programa programa doctorado gesti...	(presentación, programa, programa, doctorado, ...
30	32	Universidad Tecnológica de Pereira	Nacional	Programa de posgrado aprobado con norma Intern...	[programa, posgrado, aprobado, norma, interna, ...	[programa, posgrado, aprobado, norma, interna, ...	[program, posgr, aprob, norm, intern, consej, ...	programa posgrado aprobado norma interna conse...	(programa, posgrado, aprobado, norma, interna, ...
31	33	Universidad de Cartagena	Nacional	Misión\n\nLa misión del Doctorado en Ingenier...	[misión, misión, doctorado, ingeniería, formar...	[misión, misión, doctorado, ingeniería, formar...	[mision, mision, doctor, ingeni, form, invest...	misión misión doctorado ingeniería formar inve...	(misión, misión, doctorado, ingeniería, formar...
32	34	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	Nacional	La sociedad actual está inmersa en un contexto...	[sociedad, actual, inmersa, contexto, global, ...	[sociedad, actual, inmersa, contexto, global, ...	[socied, actual, inmers, context, global, dina...	sociedad actual inmersa contexto global dinami...	(sociedad, actual, inmersa, contexto, global, ...
33	35	Universidad Pontificia Bolivariana	Nacional	Sobre el doctorado\n\nEl Doctorado en Ingeniería...	[doctorado, doctorado, ingeniería, contribuye, ...	[doctorado, doctorado, ingeniería, contribuye, ...	[doctor, doctor, ingeni, contrib, busqed, so...	doctorado doctorado ingeniería contribuye búsq...	(doctorado, doctorado, ingeniería, contribuye, ...
34	36	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Nacional	PRESENTACIÓN\n\nSistemas de Información y comput...	[presentación, sistemas, información, computac...	[presentación, sistemas, información, computac...	[present, sistem, inform, comput, robot, contr...	presentación sistemas información computación ...	(presentación, sistemas, información, computac...
35	37	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores...	Internacional	El Doctorado en Ciencias de la Ingeniería del ...	[doctorado, ciencias, ingeniería, iteso, recon...	[doctorado, ciencias, ingeniería, iteso, recon...	[doctor, cienci, ingeni, ites, reconoc, progra...	doctorado ciencias ingeniería iteso reconocio...	(doctorado, ciencias, ingeniería, iteso, recon...
36	38	Pontificia Universidad Católica de Chile	Internacional	Descripción del Programa\n\nEste nuevo programa ...	[descripción, programa, programa, busca, conec...	[descripción, programa, programa, busca, conec...	[descripción, program, program, busc, conect, ...	descripción programa programa busca conectar l...	(descripción, programa, programa, busca, conec...
37	39	Pontificia Universidad Católica de Chile	Internacional	Descripción del Programa\n\nLa complejidad de lo...	[descripción, programa, complejidad, problemas...	[descripción, programa, complejidad, problemas...	[descripción, program, complej, problem, tecno...	descripción programa complejidad problemas tec...	(descripción, programa, complejidad, problemas...
38	40	Universidad Nacional Autónoma de México	Internacional	Objetivo General de Plan de Estudios de Doctor...	[objetivo, general, plan, estudios, doctorado, ...	[objetivo, general, plan, estudios, doctorado, ...	[objet, general, plan, estudi, doctor, objet, ...	objetivo general plan estudios doctorado objet...	(objetivo, general, plan, estudios, doctorado, ...
39	41	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores...	Internacional	Área de especialidad\n\nPor su naturaleza, el DC...	[área, especialidad, naturaleza, ámbito, multi...	[área, especialidad, naturaleza, ámbito, multi...	[área, especial, naturaleza, ambit, multidiscipli...	área especialidad naturaleza ámbito multidiscipli...	(área, especialidad, naturaleza, ámbito, multi...
40	42	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores...	Internacional	Las tendencias tecnológicas en el mundo modern...	[tendencias, tecnológicas, mundo, moderno, apu...	[tendencias, tecnológicas, mundo, moderno, apu...	[tendenci, tecnolog, mund, modern, apunt, nece...	tendencias tecnológicas mundo moderno apuntan ...	(tendencias, tecnológicas, mundo, moderno, apu...
41	43	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores...	Internacional	El Doctorado en Nanotecnología, está orientado...	[doctorado, nanotecnología, orientado, impulsa...	[doctorado, nanotecnología, orientado, impulsa...	[doctor, nanotecnolog, orient, impuls, caden, ...	doctorado nanotecnología orientado impulsar ca...	(doctorado, nanotecnología, orientado, impulsa...
42	44	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores...	Internacional	La gran demanda por desarrollar y optimizar pr...	[demanda, desarrollar, optimizar, procesos, se...	[demanda, desarrollar, optimizar, procesos, se...	[demand, desarroll, optimiz, proces, sector, l...	demanda desarrollar optimizar procesos sectores...	(demanda, desarrollar, optimizar, procesos, se...
43	45	Universidad de Chile	Internacional	Descripción\n\nEl Doctorado en Computación es u...	[descripción, doctorado, computación, programa...	[descripción, doctorado, computación, programa...	[descripción, doctor, comput, program, orient, ...	descripción doctorado computación programa ori...	(descripción, doctorado, computación, programa...
44	46	Universidad Internacional Iberoamericana	Internacional	Descripción\n\nLa sociedad hoy en día precisa pe...	[descripción, sociedad, precisa, personas, cap...	[descripción, sociedad, precisa, personas, cap...	[descripción, sociad, precis, person, capac, a...	descripción sociedad precisa personas capaces ...	(descripción, sociedad, precisa, personas, cap...
45	47	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Internacional	El Programa se enfoca a profesionales del área...	[programa, enfoca, profesionales, área, inform...	[programa, enfoca, profesionales, área, inform...	[program, enfoc, profesional, are, informat, d...	programa enfoca profesionales área informática...	(programa, enfoca, profesionales, área, inform...
46	48	Universidad de la Concepción	Internacional	El programa de Doctorado en Ciencias de la Com...	[programa, doctorado, ciencias, computación, c...	[programa, doctorado, ciencias, computación, c...	[program, doctor, cienci, comput, caract, cien...	programa doctorado ciencias computación caract...	(programa, doctorado, ciencias, computación, c...
47	49	Universidad Técnica Federico Santa María	Internacional	Descripción General\n\nEl Doctorado en Ingenier...	[descripción, general, doctorado, ingeniería, ...	[descripción, general, doctorado, ingeniería, ...	[descripción, general, doctor, ingeni, informa...	descripción general doctorado ingeniería infor...	(descripción, general, doctorado, ingeniería, ...
48	50	Universidad de Buenos Aires	Internacional	El Doctorado de la Universidad de Buenos Aires...	[doctorado, universidad, aires, personalizado, ...	[doctorado, universidad, aires, personalizado, ...	[doctor, univers, air, personaliz, trayect, fo...	doctorado universidad aires personalizado tray...	(doctorado, universidad, aires, personalizado, ...
49	51	Universidad de las Américas Puebla	Internacional	Dado el compromiso de la UDLAP con la excelenc...	[compromiso, udlap, excelencia, académica, esp...	[compromiso, udlap, excelencia, académica, esp...	[compromis, udlap, excelent, academ, esper, ap...	compromiso udlap excelencia académica espera a...	(compromiso, udlap, excelencia, académica, esp...
50	52	Tecnológico de Costa Rica	Internacional	Programa interuniversitario TEC-UCR\n\nLa Direcc...	[programa, interuniversitario, dirección, posg...	[programa, interuniversitario, dirección, posg...	[program, interuniversitari, dirección, posgr, ...	programa interuniversitario dirección posgrado...	(programa, interuniversitario, dirección, posg...
51	53	Universidad Autónoma Metropolitana	Internacional	Formar investigadores, profesores y profesiona...	[formar, investigadores, profesores, profesion...	[formar, investigadores, profesores, profesion...	[form, investig, profesor, profesional, conoc...	formar investigadores profesores profesionales...	(formar, investigadores, profesores, profesion...

	<p>Requirement already satisfied: threadpoolctl>=2.0.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from scikit-learn->scattertext) (3.1.0)</p> <p>Requirement already satisfied: joblib>=0.11 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from scikit-learn->scattertext) (1.2.0)</p> <p>Requirement already satisfied: patsy>=0.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from statsmodels->scattertext) (0.5.3)</p> <p>Building wheels for collected packages: flashtext</p> <p>Building wheel for flashtext (setup.py) ... done</p> <p>Created wheel for flashtext: filename=flashtext-2.7-py2.py3-none-any.whl size=9309 sha256=a7614991401ffaa4b58671084cf1f6838b59d4132325cf9391ae64b8891740cb</p> <p>Stored in directory: /root/.cache/pip/wheels/cb/19/58/4e8fdd0009a7f89dbce3c18fff2e0d0fa201d5cdfd16f113b7</p> <p>Successfully built flashtext</p> <p>Installing collected packages: mock, gensim, flashtext, scattertext</p> <p>Attempting uninstall: gensim</p> <p>Found existing installation: gensim 3.6.0</p> <p>Uninstalling gensim-3.6.0:</p> <p>Successfully uninstalled gensim-3.6.0</p> <p>Successfully installed flashtext-2.7 gensim-4.2.0 mock-4.0.3 scattertext-0.1.8</p>
Bloque 8	<pre>import re, io import scattertext as st from pprint import pprint import pandas as pd import numpy as np from scipy.stats import rankdata, hmean, norm import spacy import os, pkgutil, json, urllib from urllib.request import urlopen from IPython.display import IFrame from IPython.core.display import display, HTML from scattertext import CorpusFromPandas, produce_scattertext_explorer display(HTML("<style>.container { width:98% !important; }</style>"))</pre>
Resultado	Complete
Bloque 9	<pre>corpus = st.CorpusFromParsedDocuments(dataPrograms, category_col='Tipo', parsed_col='Parsed').build()</pre>

	<pre>html = st.produce_scattertext_explorer(corpus, category='Internacional', category_name='Internacionales', not_category_name='Nacionales', minimum_term_frequency=3, pmi_threshold_coefficient=0, width_in_pixels=1000, metadata=corpus.get_df()['Universidad'], transform=st.Scalers.dense_rank) file_name = '/content/drive/MyDrive/Proyecto/demo_Math-Aranda3Content3.html' open(file_name, 'wb').write(html.encode('utf-8')) IFrame(src=file_name, width = 1200, height=700)</pre>
Resultado	HTML Generado

Fuente. Adaptado de librerías y código abiertos

Apéndice J

Rubrica de Evaluación por Expertos

Perfil del evaluador uno:

Nombre: Sixto Enrique Campaña Bastidas

Formación pregrado: Ingeniero de Sistemas

Formación posgrado: Doctor en Ingeniería

Experiencia docente: 25 años

Experiencia investigación: 19 años

Experiencia área específica: 25 años

Ítem	Descripción del criterio a evaluar	Comentario del evaluador
1	¿Cree Usted que los resultados obtenidos en forma de sugerencias y/o perspectivas generadas por el Modelo asistido por computador para la denominación del programa genera valor a la hora de definir un programa académico?	Si La propuesta es interesante e innovadora desde varios puntos de vista: 1. Académico, dado que permite que el usuario pueda tener en cuenta las características particulares, disciplinas y denominaciones de los programas existentes, frente a una nueva propuesta. 2. A nivel tecnológico y funcional, dado que usa la IA y de manera específica el NLP para la generación de los resultados, se evidencia la apropiación tecnológica y uso de la misma para el fin propuesto. 3. A nivel de identificación de oportunidades y riesgos en el análisis de los programas existentes y las posibles nuevas denominaciones de un programa académico.

2	¿Considera Usted que los resultados obtenidos por el Modelo podrían permitir a el(los) diseñador(es) de programas tomar decisiones basados en estos resultados a la hora de definir programas académicos?	Si. Acorde a lo mencionado en el punto 1, de manera específica cuando el modelo presenta las comparaciones realizadas de los programas existentes y también cuando se categorizan algunas variables.
3	¿Afirmaría Usted que el marco utilizado para la obtención de sugerencias y/o perspectivas desarrollo en este proyecto fue el adecuado (ver Figura 6 del documento)?	Si, se presentan una serie de opciones para clasificar la frecuencia de términos relacionados, además se busca abarcar el mayor contexto posible de sitios Web y fuentes válidas para lograr la formulación de una sugerencia.
4	¿Está de acuerdo Usted que el proceso de obtención, manipulación y análisis de datos de entrada es consecuente con los objetivos del proyecto presentado en el documento?	Si, la propuesta es interesante desde el punto de vista de aplicación de nuevas tecnologías para lograr sugerir diferentes denominaciones de un programa de educación superior, acorde con el documento para el caso específico de doctorados. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede identificar de manera clara la manera en que se obtienen los datos de entrada, para luego realizar el análisis respectivo con los modelos planteados y que van acorde con los objetivos del proyecto.
5	¿El método utilizado en este proyecto permite el desarrollo de mejora continua para las instituciones a la	Si, a medida que la herramienta se termine para su validación y uso final, se puede convertir en un apoyo importante para la definición de las denominaciones de

	hora de definir el nombre de los programas académicos?	programas académicos de educación superior, dado que parte de lo existente, combina algunas características y mediante modelos de IA propone una nueva opción basada en lo procesado.
	¿El método utilizado en este proyecto permitiría la reutilización del Modelo asistido por computador en otros procesos similares de toma de decisiones, como, por ejemplo, denominación de la descripción de un programa académico, definición de líneas de investigación, etc.?	Si, el modelo se basa en NLP, que no está cerrado sólo para un tipo de variable específica, la aplicación es para denominaciones de programas de educación superior, pero con las variaciones en términos y ampliación del alcance, su proceso puede ayudar a otros elementos y herramientas que hacen parte de registros calificados o componentes de un programa académico o similares.

Perfil del evaluador dos:

Nombre: Diana Marcela Cardona Román

Formación pregrado: Ingeniera de Sistemas

Formación posgrado: Maestría en Ingeniería-Ingeniería de sistemas y Computación; Doctorado en Ingeniería- Industria y Organizaciones

Experiencia docente: 13 años en Universidades Públicas como docente de pregrado y posgrado

Experiencia investigación: 4 años en Proyectos con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Proyectos con el MinEducación, Proyectos en la UNAD

Experiencia área específica: Programadora, Analista de Información

Ítem	Descripción del criterio a evaluar	Comentario del evaluador
1	¿Cree Usted que los resultados obtenidos en forma de sugerencias y/o perspectivas generadas por el Modelo asistido por computador para la denominación del programa genera valor a la hora de definir un programa académico?	Los resultados presentados son de utilidad para los tomadores de decisiones, siempre y cuando la forma de visualización y análisis de los hallazgos sean muy bien explicados y de fácil entendimiento. Considero que es este aspecto puede profundizar mucho más y presentar resultados más explícitos
2	¿Considera Usted que los resultados obtenidos por el Modelo podrían permitir a el(los) diseñador(es) de programas tomar decisiones basados en estos resultados a la hora de definir programas académicos?	Los resultados presentados son orientativos, no obstante, falta un poco más de claridad frente a los resultados de palabras frecuentes en las denominaciones de programas / tendencias en otros lenguajes diferentes del Español (Inglés, Portugués, Francés, Italiano). En algún momento muestra por colores los resultados de programas internacionales y nacionales (Colombia), pero no hace un comparativo de lo identificado por idioma. Los resultados permiten ver términos por la frecuencia, pero no expresiones más complejas, la más representativa es “doctorado [en] ingeniería”, “Ingeniería computación”, “Tecnología información”, “Ingeniería informática” y una primera explicación es que se debe a la búsqueda o extracción de los datos iniciales (el dataset)
3	¿Afirmaría Usted que el marco utilizado para la obtención de sugerencias y/o perspectivas desarrollo en este proyecto fue el adecuado (ver Figura 6 del documento)?	El documento compartido no coincide con la numeración de las figuras y lo preguntado en este instrumento. En cuanto al uso de Lenguaje Natural (Texto) y su procesamiento para obtención de resultados es una técnica que puede producir resultados interesantes y objetivos (desde el punto de vista estadístico), así que para la “denominación de un programa” podría ser de utilidad. Ahora, si me remito al método propuesto para el ETL con la propuesta de las características del

		PLN como tokenización, lematización, normalización, Evaluación (textRank), Métricas de dispersión y visualización por Scattertext, es un método claro frente a lo presentado como resultados.
4	¿Está de acuerdo Usted que el proceso de obtención, manipulación y análisis de datos de entrada es consecuente con los objetivos del proyecto presentado en el documento?	De acuerdo con el documento resumen, los resultados son consecuentes con la promesa de valor establecida en el título, no obstante, los resultados deben ser más explícitos en mostrar las sugerencias, tendencias, y denominaciones surgidas del análisis de los datos. Aunque hay algunos resultados que considero pueden volver a pasar por el filtro de utilidad en cuanto al aporte de la denominación de un programa académico, como los términos “programa”, “nivel”, “formación”, “tesis”, “grados”, “cursos” que pueden ser muy frecuentes pero poco útiles.
5	¿El método utilizado en este proyecto permite el desarrollo de mejora continua para las instituciones a la hora de definir el nombre de los programas académicos?	El método permite tener resultados con un nivel mayor de objetividad frente a el análisis del entorno y la oferta académica. Si se convierte en un software que sea fácilmente inserto en los procesos curriculares o las unidades de calidad de una institución educativa, podría contribuir con alguna mejora en esta labor.
6	¿El método utilizado en este proyecto permitiría la reutilización del Modelo asistido por computador en otros procesos similares de tomada de decisiones, como por ejemplo, denominación de la descripción de un programa académico, definición de líneas de investigación, etc.?	Podría ser de utilidad, tiene todo el potencial de ser utilizado para otros factores necesarios para la creación de programas académicos en el ámbito Colombiano.

Perfil del evaluador tres:*Nombre:* Albeiro Cuesta Mesa*Formación pregrado:* Ingeniero de Sistemas*Formación posgrado:* Doctor en Ingeniería de Software*Experiencia docente:* 23 años*Experiencia investigación:* 15 años*Experiencia área específica:* 25 años

Ítem	Descripción del criterio a evaluar	Comentario del evaluador
1	¿Cree Usted que los resultados obtenidos en forma de sugerencias y/o perspectivas generadas por el Modelo asistido por computador para la denominación del programa genera valor a la hora de definir un programa académico?	Generan mucho valor, puesto que ahorran tiempo y aumenta la precisión en la búsqueda de información al respecto
2	¿Considera Usted que los resultados obtenidos por el Modelo podrían permitir a el(los) diseñador(es) de programas tomar decisiones basados en estos resultados a la hora de definir programas académicos?	Si, me permite conocer la información de referencia para el estado del arte
3	¿Afirmaría Usted que el marco utilizado para la obtención de sugerencias y/o perspectivas desarrollo en este proyecto fue el adecuado (ver Figura 6 del documento)?	El análisis de dispersión de términos se acerca a la información necesaria para el objetivo
4	¿Está de acuerdo Usted que el proceso de obtención, manipulación y análisis de datos de entrada es consecuente con	Estoy de acuerdo con la afirmación

	los objetivos del proyecto presentado en el documento?	
5	¿El método utilizado en este proyecto permite el desarrollo de mejora continua para las instituciones a la hora de definir el nombre de los programas académicos?	Claro, permite tener un amplio espectro de información de referencia.
6	¿El método utilizado en este proyecto permitiría la reutilización del Modelo asistido por computador en otros procesos similares de toma de decisiones, como por ejemplo, denominación de la descripción de un programa académico, definición de líneas de investigación, etc.?	Ese es el valor superior del modelo, que se puede utilizar de acuerdo a la necesidad.