



**PRIME BUSINESS SCHOOL**

**Doctorado en Innovación y Negocios**

Tesis Doctoral

*Creación de un Ecosistema Educativo Inteligente y Autoorganizado con Inteligencia Artificial.*

**Presentada por:**

Carlos Eduardo Meneses Eraso  
Universidad Sergio Arboleda

**Dirigida por:**

Dr. Fernando Castelló-Sirvent  
Universitat Politècnica de València

Dr. Juan Carlos Morales Piñero  
Docente del doctorado en Innovación y Negocios  
Universidad Sergio Arboleda  
Docente de planta  
Universidad Militar Nueva Granada

Bogotá, abril 2025



## Agradecimientos

A mis padres, siempre han estado para apoyarme y reconfortarme en cada paso del camino.

A mi tía y maestra de escuela, la profe Melbita. A mis hermanos, Cristina y Armando, y a sus bellas familias. A mis abuelos, con quien tuve la fortuna de pasar toda mi niñez y juventud. A mi esposa Catherine, y a nuestros hermosos hijos, Gonzalo y Benjamín.

A la señora Gloria Ramírez (QPD), abuelita de mis niños. Al señor Eduardo Benavides, al Dr. Alberto Schlesinger Vélez, a mis estudiantes y profesores del programa de Economía y del programa de Innovación y Economía de Datos de la Universidad Sergio Arboleda.

A mis estudiantes y profesores del programa de Economía Colaborativa que han participado en más de 17 ediciones a lo largo de estos años.

A la Dra. Marta Peris Ortiz, al Dr. Carlos Rueda Armengot, al Dr. Fernando Castelló Sirvent y a la Dra. Vanessa Roger Monzó. Al Dr. Rodrigo Noguera, ex rector de la Universidad Sergio Arboleda y a su sucesor el Dr. Jorge Noguera. Al Dr. Juan Carlos Morales y a su hermano el Dr. Jesús Morales, quienes confiaron en mí plenamente para continuar trabajando en investigaciones y proyectos académicos, además de su amistad. A mis amigos de toda la vida, Freddy Benavides, Oscar Jurado, Oscar Zambrano, Ronald Benavides y Yussef Benavides.

A la Universidad Militar Nueva Granada, a la Universidad Sergio Arboleda, a la Universidad EAN, a la Universitat Politècnica de Valencia y a la Universidad CEU San Pablo.

A la Fundación Universitaria los Libertadores, a la Dra. Angela María Merchán, rectora de la institución. Al Dr. Vladimir Ballesteros, Vicerrector, a mi equipo de profesores y a mis estudiantes.

Al profesor José Paz, al profesor Jaime Cabrera, al profesor Juan Carlos Delgado, a la profesora Marieltita (QPD), a la profesora Doris Sánchez, a la profesora María del Carmen, a la profesora Martica Cerón (QPD), al profesor Libio Ruano (QPD), al profesor Luis Fernando Vélez, al Dr. Antonio Alonso, al Dr. Pedro Carmona, al Dr. Henrique Gómez, al Dr. Andrés Villegas, al

Dr. Francisco Tamayo, al Dr. Armando Borrero, al Dr. Germán Quintero, al Dr. Néstor Díaz Videla (QPD), a la Dra. Marcela (Mache) Piñeros, a la Dra. Nohrita García.

## Tabla de contenido

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
RESUMEN .....	17
ABSTRACT .....	19
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	21
<i>Hipótesis I.</i> .....	23
<i>Hipótesis II.</i> .....	24
<i>Objetivos</i> .....	24
Objetivo general: .....	24
Objetivos específicos: .....	24
ESTRUCTURA DE LA TESIS .....	25
<b>CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>26</b>
MARCO CONCEPTUAL .....	26
<i>Introducción al Marco Conceptual</i> .....	26
<i>Definición de Conceptos Clave</i> .....	27
Procesamiento del Lenguaje Natural: Una Visión General de Modelos, Transformadores y Prácticas Aplicadas .....	31
Resumen .....	31
Introducción .....	32
Enfoques previos .....	33
Basado en reglas y simbólico .....	33
Bolsa de Palabras .....	33
TF-IDF .....	34
N-gram .....	36
LSA .....	36
LDA .....	37
Word2vec .....	38
GloVe .....	38
Neural Networks y Deep Learning .....	39
Modelo de embedding “text-embedding-3-small” .....	40
<i>Teorías y Modelos Relevantes</i> .....	41
Teoría general de sistemas: .....	41
Modelo económico simple de la economía colaborativa .....	42
<i>Revisión de literatura.</i> .....	48
Análisis de los clústeres temáticos .....	49
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA. ....</b>	<b>63</b>
<i>Tipo de Investigación</i> .....	63
<i>Diseño metodológico</i> .....	64
<i>Operacionalización de variables clave</i> .....	65
Personalización del aprendizaje .....	66
Aprovechamiento de capacidades institucionales .....	66
Descubrimiento de capacidades no evidentes .....	66
<i>Fase 1. Caracterización del ecosistema educativo</i> .....	69
<i>Fase 2. Construcción del modelo teórico</i> .....	77
Relaciones del problema complejo .....	77
Representación vectorial de las variables: .....	79
Modelo integrado .....	83
Función de combinación: .....	83
Normalización y Similitud de Coseno .....	84
<i>Fase 3. Diseño de la arquitectura funcional del ecosistema</i> .....	85
Descripción general: .....	85
Componentes clave .....	86
Capa de Presentación (Visualización) .....	86
Capa de Lógica de Negocio (Procesamiento y Reglas) .....	88
Capa de Inteligencia / Servicios Cognitivos .....	89
Capa de Datos (Simulación y Vectores) .....	90

<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS. CREACIÓN DEL ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE AUTOORGANIZADO. ELE-IA .....</b>	<b>91</b>
<i>Fase 4. Simulación y análisis de escenarios .....</i>	<i>91</i>
<i>Simulación 1. El inicio de ELE-IA .....</i>	<i>91</i>
<i>Simulación 2. Construyendo las bases de ELE- IA .....</i>	<i>105</i>
<i>Simulación 3. Una etapa crucial en la construcción de ELE-IA.....</i>	<i>118</i>
<i>Simulación 4. Construyendo a ELE-IA. Más agentes, más interacciones.....</i>	<i>129</i>
<i>Simulación 5. Ecosistema Educativo Inteligente Autoorganizado ELE-IA .....</i>	<i>153</i>
<b>CAPÍTULO 4. IMPLICACIONES EN ALGUNAS APLICACIONES DE ELE-IA .....</b>	<b>168</b>
<i>Primera implicación: El inicio de ELE-IA en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de la UMNG. ....</i>	<i>169</i>
<i>Segunda implicación: ELE-IA en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de la UMNG, medición de la similitud de los contenidos programáticos de su plan de estudio con el perfil ocupacional y con el perfil del aspirante mediante text-embedding-3-large y contenidos programáticos generados por GPT-4. ....</i>	<i>173</i>
<i>Tercera implicación: ELE-IA en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de la UMNG, medición de la similitud de los contenidos programáticos de su plan de estudio con el perfil ocupacional y con el perfil del aspirante mediante text-embedding-3-large y contenidos programáticos generados por la Facultad de Relaciones Internacionales, Seguridad y Defensa de la Universidad Militar Nueva Granada. ....</i>	<i>179</i>
<i>Cuarta implicación: ELE-IA conectando la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales con la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo de la UMNG. ....</i>	<i>184</i>
<i>Diseño de incentivos para participar en el Ecosistema Educativo Inteligente ELE-IA. ....</i>	<i>196</i>
Uso de la teoría de juegos.....	196
Estructura del Juego. ....	197
Escenarios .....	197
Estrategias de cada jugador .....	198
Análisis de las decisiones .....	199
Equilibrio de Nash.....	200
<i>Sección de resultados. Análisis de las variables “personalización del aprendizaje, aprovechamiento de capacidades institucionales e identificación de capacidades no evidentes. ....</i>	<i>202</i>
Personalización del aprendizaje .....	202
Capacidades institucionales e identificación de capacidades no evidentes.....	204
<b>CAPÍTULO 5. IMPLICACIONES FUTURAS PARA LOS DIFERENTES STAKEHOLDERS....</b>	<b>208</b>
<i>Directivos y gobierno universitario.....</i>	<i>209</i>
<i>Estudiantes. ....</i>	<i>211</i>
<i>Profesores .....</i>	<i>214</i>
<i>Empleadores.....</i>	<i>216</i>
<i>Aporte a la Investigación .....</i>	<i>216</i>
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>217</b>
<i>Conclusiones: .....</i>	<i>217</i>
<i>Innovación del modelo ELE-IA. ....</i>	<i>224</i>
<i>Limitaciones y próximos desarrollos del modelo ELEIA. ....</i>	<i>225</i>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>228</b>
<i>Apendices .....</i>	<i>245</i>
<i>Apéndice 1. Contenidos programáticos optimizados para cada estudiante: .....</i>	<i>245</i>
<i>Apéndice 2. Registro de pagos a licencias de Open AI .....</i>	<i>254</i>
<i>Apéndice 3. Contenidos programáticos propuestos por GPT-4 de las asignaturas para la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de acuerdo con el perfil del aspirante y ocupacional actuales. ....</i>	<i>255</i>
<i>Apéndice 4. Articulación con el medio: .....</i>	<i>262</i>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 EMBEDDINGS. DE TEXTO A VECTOR.....	41
ILUSTRACIÓN 2. CONDUCTA DEL PROPIETARIO SIN PRESENCIA DE MERCADO COLABORATIVO .....	46
ILUSTRACIÓN 3 EQUILIBRIO A CORTO PLAZO CON UN MERCADO COLABORATIVO.....	47
ILUSTRACIÓN 4 CLÚSTER TEMÁTICOS POR PALABRAS CLAVES.....	50
ILUSTRACIÓN 5 CONEXIONES DEL PROYECTO FUTURICT.....	58
ILUSTRACIÓN 6 INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN EL PILOTO DE FUTURICT .....	59
ILUSTRACIÓN 7 RECONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA .....	69
ILUSTRACIÓN 8 ÁRBOL TEMÁTICO 1. DEFINICIÓN DE VARIABLE " NECESIDADES ESPECÍFICAS DE FORMACIÓN " .....	71
ILUSTRACIÓN 9 RELACIONAMIENTO DE COMPETENCIAS ENTRE ASIGNATURAS DE LOS PLANES DE ESTUDIOS DE LOS PROGRAMAS DE LA IES .....	73
ILUSTRACIÓN 10. RED Y RELACIONES ENTRE CAPACIDADES DE LOS AGENTES INDIVIDUALES DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	74
ILUSTRACIÓN 11 RELACIONAMIENTO DE COMPETENCIAS ENTRE EMPRESAS QUE BUSCAN PERFILES SIMILARES.....	76
ILUSTRACIÓN 12 RECONOCIMIENTO ENTRE LOS AGENTES INDIVIDUALES DENTRO DE UNA IES.....	78
ILUSTRACIÓN 13A FORMACIÓN ÓPTIMA DEL ESTUDIANTE. UNIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PARA UN CASO ESPECÍFICO.....	99
ILUSTRACIÓN 14 SIMILITUD DE COSENO Y DISTANCIA EUCLIDIANA ENTRE FORMACIÓN ÓPTIMA Y CONTEXTO DE MERCADO .....	100
ILUSTRACIÓN 15 SIMILITUD Y DISTANCIA EUCLIDIANA ENTRE LA FORMACIÓN ÓPTIMA Y EL CONTEXTO DE MERCADO UTILIZANDO TEXT-EMBEDDING-3-LARGE.....	104
ILUSTRACIÓN 16 MAPA DE CALOR DE LAS SIMILITUDES DE COSENO CON EL REQUERIMIENTO Y DEL MERCADO CON RESPECTO A LOS PROGRAMAS DE PREGRADO .....	110
ILUSTRACIÓN 17 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN SIMILITUD DE COSENO VS DISTANCIA EUCLIDIANA .....	112
ILUSTRACIÓN 18 RED DE CONEXIÓN ENTRE PROGRAMAS Y REQUERIMIENTO DEL ESTUDIANTE.....	113
ILUSTRACIÓN 19 MAPA DE CALOR DISTANCIA EUCLIDIANA Y SIMILITUD DE REQUERIMIENTO CON RESPECTO A LAS ASIGNATURAS DE CADA PROGRAMA .....	125
ILUSTRACIÓN 20 RED DE CONEXIONES ENTRE ASIGNATURAS, REQUERIMIENTO Y PERFIL DE MERCADO CON LAS MEJORES ALTERNATIVAS.....	126
ILUSTRACIÓN 21 REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD POR PCA. RELACIÓN ENTRE ASIGNATURAS, FORMACIÓN ÓPTIMA Y PERFIL DE MERCADO.....	129
ILUSTRACIÓN 21 RED DE CONEXIÓN DE ASIGNATURAS PARA LA FORMACIÓN ÓPTIMA DE CADA ESTUDIANTE SEGÚN EL REQUERIMIENTO Y EL PERFIL DEL MERCADO.....	147
ILUSTRACIÓN 23 RED INTEGRADA DE TODOS LOS ESTUDIANTES .....	150
ILUSTRACIÓN 24 REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD POR ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES. ASIGNATURAS, MEJORES ASIGNATURAS, REQUERIMIENTOS Y PERFILES DE MERCADO.....	153
ILUSTRACIÓN 25 RED DE COMBINACIONES RELEVANTES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE FORMACIÓN PARTICULAR.....	158
ILUSTRACIÓN 26 RED DE INTERACCIONES ENTRE ASIGNATURAS .....	162
ILUSTRACIÓN 27 FORMACIONES RELEVANTES, PRODUCTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS DE LAS ASIGNATURAS .....	163
ILUSTRACIÓN 28 CONEXIONES ENTRE ASIGNATURAS QUE PUEDEN GENERAR NUEVA OFERTA ACADÉMICA .....	168
ILUSTRACIÓN 29 PLAN DE ESTUDIOS MAESTRÍA EN RELACIONES Y NEGOCIOS INTERNACIONALES.....	174

ILUSTRACIÓN 30 REDUCCIÓN DE LA DIMENSIONALIDAD POR PCA. VISUALIZACIÓN DE LA SIMILITUD DE COSENO DE ASIGNATURAS CON EL REQUERIMIENTO Y PERFIL DE MERCADO – CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS REALIZADOS POR GPT-4 .....	178
ILUSTRACIÓN 31 SIMILITUD DE COSENO DEL CONTENIDO DE LAS ASIGNATURAS CREADO POR LA FACULTAD CON EL REQUERIMIENTO DEL ESTUDIANTE Y CON EL PERFIL DEL MERCADO – MODELO TEXT-EMBEDDING-3-LARGE.....	180
ILUSTRACIÓN 32 PCA (A). REPRESENTACIÓN DE LAS ASIGNATURAS RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES .....	186
ILUSTRACIÓN 33 PCA (B). REPRESENTACIÓN DE LAS ASIGNATURAS RELEVANTES Y PERFILES DEL MERCADO REQUERIDOS .....	187
ILUSTRACIÓN 34 MAPA DE RELACIONES ENTRE ASIGNATURAS RELEVANTES .....	188
ILUSTRACIÓN 35 MAPA DE RELACIONES ENTRE ASIGNATURAS RELEVANTES Y PERFILES DE MERCADO .....	190
ILUSTRACIÓN 35 POSIBILIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE ASIGNATURAS PARA LA CONTINUACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO .....	195

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS CON CADA OBJETIVO ESPECÍFICO .....	68
TABLA 2 VARIABLES INCORPORADAS EN UN PERFIL LABORAL .....	75
TABLA 3 RESULTADOS SIMILITUD DE COSENO UTILIZANDO "TEXT-EMBEDDING-ADA-002" .....	94
TABLA 4 RESULTADOS SIMILITUD DE COSENO UTILIZANDO "TEXT-EMBEDDING-3-LARGE" ENTRE EL CONTENIDO DE LA ASIGNATURA Y EL CONTEXTO DEL MERCADO LABORAL:.....	101
TABLA 5 SIMILITUD DE COSENO Y DISTANCIA EUCLIDIANA ENTRE EL REQUERIMIENTO Y DEL MERCADO CON EL PROGRAMA DE PREGRADO.....	109
TABLA 6 SIMILITUD DE COSENO ENTRE EL REQUERIMIENTO DEL ESTUDIANTE Y EL CONTEXTO DEL MERCADO CON LA ASIGNATURA DE CADA PROGRAMA DE PREGRADO Y SU PESO RELATIVO.....	120
TABLA 7 ASIGNATURAS CON MAYOR PESO PARA LA FORMACIÓN REQUERIDA.....	123
TABLA 8 PERFILES DE LOS ESTUDIANTES GENERADOS ALEATORIAMENTE POR GPT – 4. ....	132
TABLA 9 RELACIÓN ENTRE REQUERIMIENTO, PERFIL DEL ESTUDIANTE Y OFERTA EDUCATIVA. SIMILITUD, PESO Y DISTANCIA EUCLIDIANA .....	135
TABLA 10 CORRESPONDENCIA DE LAS ASIGNATURAS PROPUESTAS POR EL ECOSISTEMA PARA LA FORMACIÓN EN "CIENCIAS DE DATOS EN BIOLOGÍA" Y LAS ASIGNATURAS DE DIFERENTES PROGRAMAS DISPONIBLES EN EL MERCADO.....	139
TABLA 11 CONEXIONES ENTRE ASIGNATURAS DADO SU SIMILITUD DE COSENO ENTRE EL REQUERIMIENTO Y DEL MERCADO CON LA ASIGNATURA DE CADA PROGRAMA DE PREGRADO Y SU PESO RELATIVO FRENTE A UN REQUERIMIENTO.....	165
TABLA 12 RESULTADOS SIMILITUD DE COSENO UTILIZANDO "TEXT-EMBEDDING-3-LARGE" ENTRE EL CONTENIDO DE LA ASIGNATURA Y EL CONTEXTO DEL MERCADO LABORAL Y GENERACIÓN DE VECTOR DE OPTIMIZACIÓN .....	170
TABLA 13 SIMILITUD DE COSENO DEL CONTENIDO DE LAS ASIGNATURAS CREADO POR GPT 4 CON EL REQUERIMIENTO DEL ESTUDIANTE Y CON EL PERFIL DEL MERCADO – MODELO TEXT-EMBEDDING-3-LARGE.....	176
TABLA 14 MATRIZ DE PAGOS DECISIONES DE MARNI, MSGR Y ELE-IA PARA PERTENECER O NO AL ECOSISTEMA .....	199
TABLA 15 RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS HIPÓTESIS .....	207

## LISTA DE LIBRERÍAS

Openai (Open AI, 2024) <sup>1</sup>  
Openai-openapi<sup>2</sup>  
Numpy (Harris et al., 2020)<sup>3</sup>  
Sklearn.metrics, (Pedregosa et al., 2012)<sup>4</sup>  
Matplotlib, (Hunter, 2007) <sup>5</sup>  
Seaborn (Waskom, 2021)<sup>6</sup>  
Pandas (Mckinney, 2011)<sup>7</sup>  
Networkx (Hagberg et al., 2008)<sup>8</sup>  
Adjusttext (Conf Flyamer 2016)<sup>9</sup>

## TABLA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Definición
IES	Institución de Educación Superior
FAHP	Proceso de Jerarquía Analítica Difusa
FEM	Foro Económico Mundial
UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
DOE	Departamento de Organización de Empresas
UPV	Universitat Politecnica de Valencia
REDEM	Red Educativa Mundial
PNL	Procesamiento de Lenguaje Natural
STEAMS	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas
IA	Inteligencia Artificial
WoS	Web of Science
WHEC2022	Conferencia Mundial de Educación Superior de la UNESCO
EDTECH	Educational Technology
PCA	Análisis de Componentes Principales

<sup>1</sup>Apache License 2.0 <https://github.com/openai/openai-python/blob/main/LICENSE>

<sup>2</sup>MIT license <https://github.com/openai/openai-openapi/blob/master/LICENSE>

<sup>3</sup>CC0 1.0 universal <https://numpy.org/devdocs/dev/governance/html#license>,

<sup>4</sup>BSD license. <https://github.com/scikit-learn/scikit-learn/blob/main/README.rst>

<sup>5</sup>BSD license <https://matplotlib.org/stable/project/license.html>

<sup>6</sup>MIT license <https://github.com/DataForScience/Seaborn/blob/master/LICENSE>

<sup>7</sup>BSD license <https://github.com/pandas-dev/pandas/blob/main/LICENSE>

<sup>8</sup>BSD license <https://networkx.org/>

<sup>9</sup>MIT license <https://github.com/Phlya/adjustText/blob/master/LICENSE>

ATENEA	Agencia Distrital para la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología
CvLAC	Currículum Vitae de Latinoamérica y el Caribe

---

## Contextualización de la Investigación

La tesis presentada es el resultado de diversas investigaciones científicas y eventos académicos que han dado lugar al uso de los modelos aquí planteados y a la orientación al problema de investigación. Es fundamental destacar que el software que se utiliza en la presente investigación está en proceso de registro de propiedad intelectual como resultado de la investigación con la Universitat Politècnica de Valencia (UPV) ante la administración competente en España. Este proceso se lleva a cabo bajo la orientación y el respaldo de la Dra. Marta Peris Ortiz, Catedrática del Departamento de Organización de Empresas de la UPV y del Dr. Fernando Castelló Sirvent, profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y el Departamento de Organización de Empresas de la UPV.

Con respecto a la producción científica a la que ha dado lugar la presente investigación, se realizaron dos publicaciones en revistas internacionales de alto impacto (JCR-Q2) sobre los diferentes modelos para la toma de decisiones: El primero, publicado en septiembre de 2022, titulado [Three decades of fuzzy AHP: A bibliometric analysis](#), reúne a co-autores de reconocida trayectoria académica internacional como lo son: la Dra. Marta Peris Ortiz, Catedrática de la Universitat Politècnica de València - UPV, el Dr. Jaime Alonso Gómez, Decano de la Escuela de Negocios de la Universidad de San Diego, el Dr. Fernando Castelló-Sirvent, del Departamento de Organización de Empresas de la UPV. Esta publicación realiza una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA y aborda un análisis bibliométrico de todos los artículos sobre el Proceso de Jerarquía Analítica Difusa (FAHP), por sus siglas en inglés, publicados en revistas indexadas en Web of Science, en donde se incluye una base de datos de 2086 artículos científicos, (Castelló-Sirvent et al., 2022). El FAHP, es ampliamente utilizado en proceso de toma de decisiones en presencia de incertidumbre y es aplicado a muchos campos como la selección de

proveedores, la selección de procesos, la gestión general de operaciones, la gestión de calidad, el diseño de la cadena de suministro, la evaluación ambiental corporativa y la priorización de pacientes, entre otros, (Chan et al., 2019).

El segundo, publicado en octubre de 2022 con el título: [Research agenda on multiple-criteria Decision-making: new academic debates in business and management](#), escrito en co-autoría con el Dr. Fernando Castelló Sirvent, quien ha contribuido de manera significativa en mi formación como investigador y es codirector de la presente tesis, analizamos la agenda de investigación a través de la revisión de artículos científicos en Web of Science. De acuerdo con los criterios de búsqueda seleccionados, se utilizaron 909 artículos sobre *Toma de Decisiones Multicriterio*, MCDM, por sus siglas en inglés. Este tipo de modelos, más sofisticados, se adaptan a las disrupciones sistémicas que son cada vez más continuas, intensas y persistentes que obligan a las organizaciones a pensarse como Ecosistemas. Los efectos tanto del entorno global como específico impactan severamente a la organización y a la economía que se enfrenta cada vez más a entornos volátiles, inciertos, complejos y ambiguos, más transversales a los sectores y actividades productivas, (Castelló-Sirvent y Meneses-Eraso, 2022).

En la medida que la tecnología avanza y la necesidad de mejores elementos que ocupen un mayor comprensión del contexto y del entorno, surge una tercera investigación titulada: [Natural language processing: An overview of models, transformers and applied practices](#), que fue publicada en enero de 2024 en una revista científica incluida en el Social Sciences Citation Index (SSCI), clasificada en el tercer cuartil del Journal Citation Reports (JCR-Q3), en coautoría con: Santiago Canchila, profesor la Escuela de Economía en los programas de pregrado en Innovación y Economía de Datos y en Economía de la Universidad Sergio Arboleda, el Dr. Javier Casanoves-Boix de la Universidad Alfonso X

El Sabio, el Dr. Pascual Cortés-Pellicer del Departamento de Organización de Empresas de la UPV, y el Dr. Fernando Castelló-Sirvent de la UPV. Esta investigación dio un paso importante para el uso de los modelos de embeddings de Open AI, utilizados en la presente investigación. Se identificaron diversos modelos utilizados en el PLN y como estos pueden servir para articular las necesidades de los usuarios en presencia de ambigüedades a la hora de comunicarse o transmitir una necesidad.

En esta investigación se elabora una descripción de las últimas investigaciones y avances del PLN disponibles hasta el 2023. El estudio permite concluir que la utilización del lenguaje humano en sistemas informáticos conocidos como PLN se está volviendo cada vez más importante en diversos aspectos de la vida, incluida la investigación, las actividades diarias, el comercio y los esfuerzos empresariales. Una multitud de empresas de tecnología están dedicando recursos al desarrollo y mejora de métodos, modelos y productos de PLN, (Canchila et al., 2024).

De igual manera, surge una cuarta investigación que fue el resultado de mi tesis de la Maestría en Economía Urbana y Regional, obtenida en abril del 2024. En esta se incursiona en la aplicación de la Inteligencia Artificial en la planeación urbana. Las ciudades pensadas como sistemas obligan a utilizar poder computacional que dé respuesta a los múltiples desafíos a los que se enfrenta. A continuación, se muestra un aparte de la investigación que es relevante y está relacionada con la tesis doctoral.

En la investigación se utiliza Tf-idf (Term frequency – Inverse document frequency) frecuencia de término y frecuencia inversa de documentos de Robertson (2004), y que también fue revisado en la investigación de modelos de PLN. El Term Frequency (Tf), mide el número de ocurrencias de un término (una palabra o una combinación de palabras) en un documento.

Para el uso del PNL con Tf-idf se generó un filtro de los “abstract” de 175 artículos científicos disponibles en Web of Science relacionados con la planeación urbana y el uso de la inteligencia artificial, con el fin de hacer una comparación con una lista de palabras claves organizadas de acuerdo con los sistemas estructurantes del Componente General del “POT Moderno” del Departamento Nacional de Planeación (2017), y que se refieren a: 1. Servicios públicos, saneamiento básico y de aprovechamiento de agua, 2. Movilidad y transporte, 3. Equipamientos y 4. Espacio público y se utiliza un algoritmo de similitud de coseno para tomar aquellos elementos que tengan una similitud mayor a un target ( $>0,01$ ). La Similitud de Coseno es una medida de similitud existente entre dos vectores en un espacio. Como resultado, se realizó la clasificación de los artículos de acuerdo con los campos temáticos utilizados, permitiendo a los investigadores y planeadores urbanos seleccionar la literatura articulada al problema específico que intentan solucionar.

Como se puede observar, la dedicación a explorar los usos de la tecnología que avanza aceleradamente, en especial, la inteligencia artificial que cada vez es más eficiente y que permea las diferentes actividades de la vida cotidiana, permiten utilizar estos modelos para proveer de soluciones específicas en el objeto de la presente tesis y particularmente, en el campo de la educación. Para ello, abordamos a las IES como una aproximación para entender a las organizaciones como sistemas, por sus complejidades derivadas por sus relaciones internas y externas que de algún modo deben interpretarse y calcularse para orientar a la IES al cumplimiento de sus objetivos. Por tal motivo, de tales relaciones, se genera una captura de valor a través del PLN que dan paso a satisfacer necesidades de formación específica y con una oferta altamente relacionada y ajustada con las necesidades del entorno dinámico.

Por su parte, también destaco la creación del programa de pregrado en Innovación y Economía de Datos, de mi autoría, cuya aprobación por parte del Ministerio de Educación Nacional se obtuvo en el 2021. Este programa, nace con la naturaleza multidisciplinar y flexible. Los programas de pregrado en Matemáticas, Humanidades, Economía, Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial y Administración de Negocios de la Universidad Sergio Arboleda brindaron sus capacidades que contribuyeron a la formación de este nuevo profesional. Este carácter interdisciplinar, es el que se busca al diseñar el ecosistema, pero a una escala superior.

De igual manera, el programa Internacional en Economía Colaborativa, también de mi autoría, ha contribuido en la formación de más de 400 estudiantes en lo que se ha denominado la Economía Colaborativa y la Economía de Plataformas, en convenio con diversas Universidades de España. Bajo esta línea, se crea el semillero de Investigación en la Escuela de Economía de la Universidad Sergio Arboleda. El principal aporte, el poder de la colaboración y el trabajo en red, se convierten en pilares fundamentales en la presente investigación.

Por su parte, implementamos el modelo de formación por competencias en el programa de Economía de la Universidad Sergio Arboleda, utilizando la metodología desarrollada por el Dr. Juan Carlos Morales, codirector de la presente tesis. Su excepcional manejo y conocimiento en la formación por competencias hace posible el desarrollo de la presente tesis cuyo modelo de relacionamiento se encuentra soportado en este modelo de formación.

Como parte de la formación doctoral, se realizaron dos estancias doctorales internacionales. La primera, se realizó en la Universitat Politècnica de Valencia en Valencia, España, gracias a la invitación de la Dra. Marta Peris Ortíz, Catedrática del

Departamento de Organización de Empresa (DOE). Esta valiosa oportunidad, permitió desarrollar diversas actividades orientadas al fortalecimiento de la investigación. En primer lugar, se trabajó directamente bajo la orientación del Dr. Fernando Castelló-Sirvent, codirector de la tesis, sino que también se establecieron vínculos de colaboración con otros investigadores. Durante la estancia, se presentaron los avances de la tesis en espacios académicos relevantes, como el taller organizado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV y el IV Simposio predoctoral organizado por el DOE.

La segunda tuvo lugar en la Universidad CEU San Pablo, en Madrid España, por invitación del Dr. Ricardo Palomo, decano de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Durante esta estancia, se logró avanzar en las simulaciones 4 y 5 y se tuvo la oportunidad de intercambiar experiencias, conocimientos y avances en el ámbito de la educación, lo cual sirvió para orientar y reforzar la investigación.

Estas actividades no solo enriquecieron el enfoque metodológico de la investigación, sino que también ofrecieron una valiosa retroalimentación por parte de la comunidad académica, aportando solidez y proyección del trabajo desarrollado.

# Creación de un Ecosistema Educativo Inteligente y Autoorganizado con Inteligencia Artificial

## Resumen

La revolución tecnológica está transformando el mercado laboral. Factores como la globalización, la diversidad cultural, la hiperespecialización laboral, el cambio climático, el contexto geopolítico entre otras, están creando un panorama de creciente incertidumbre, (Foro Económico Mundial [FEM], 2023). Estos cambios exigen la implementación de sistemas educativos flexibles, que se adapten a un entorno laboral dinámico y en constante transformación. De esta manera, el objetivo de la presente investigación se basa en el diseño un ecosistema educativo inteligente, flexible y autoorganizado para las Instituciones de Educación Superior (IES). La metodología adopta un enfoque mixto, exploratorio, explicativo y aplicado. Es exploratorio por la alineación de información entre estudiantes, universidades y mercado laboral mediante PLN e IA; explicativo por la formulación y validación de un modelo teórico a través de simulaciones; y aplicado porque busca resolver un problema real en la educación superior, relacionado con la personalización, las demandas estudiantiles, las necesidades del mercado y las capacidades subutilizadas de las IES. Se utiliza un modelo que combina la necesidad de formación de los estudiantes, los perfiles laborales requeridos en las empresas y la capacidad instalada de las IES. Para ello se emplea la metodología propuesta por Uribe (2021), para el diseño de ELE-IA como un sistema complejo, el modelo de OPEN AI, text embedding 3 large, la similitud de coseno y distancia euclidiana. La inteligencia artificial GPT-4 tuvo 3 roles para la generación de datos sintéticos similares a la realidad, experto en diseño curricular para generación de contenidos programáticos, jefe de recursos humanos para el diseño de perfiles exigidos en

el mercado laboral y como estudiante que tiene unas necesidades específicas de formación. Como resultado, demostramos cómo las universidades pensadas como ecosistemas pueden aprovechar su capacidad instalada para descubrir capacidades ocultas porque les permite tener una visión ampliada de su alcance y de su entorno; las conexiones generan captura de valor, brindando mayores posibilidades de aprendizaje personalizado y centrado en el estudiante.

Keywords: Innovación educativa, Inteligencia artificial en la educación superior, Modelos de simulación educativa, autoorganización educativa, Ecosistemas de aprendizaje centrados en el estudiante, Sistemas adaptativos complejos en la educación

## Abstract

The technological revolution is transforming the labor market. Factors such as globalization, cultural diversity, hyperspecialization, climate change, and the geopolitical context, among others, are creating a landscape of growing uncertainty (World Economic Forum [WEF], 2023). These changes require the implementation of flexible educational systems that adapt to a dynamic and constantly changing work environment. Thus, the objective of this research is based on the design of an intelligent, flexible and self-organized educational ecosystem for Universities. The methodology adopts a mixed approach—exploratory, explanatory, and applied. It is exploratory through the alignment of information from students, universities, and the labor market using NLP and AI; explanatory through the formulation and validation of a theoretical model via simulations; and applied, as it seeks to address a real problem in higher education related to the costs of personalization, student demand, labor market needs, and underutilized institutional capacities. This model combines the training needs of students, the job profiles required by companies and the installed capacity of universities. The methodology proposed by Uribe (2021) is used for the design of ELE-IA as a complex system, the OPEN AI model, text embedding 3 large, cosine similarity and Euclidean distance. The artificial intelligence GPT-4 artificial intelligence played three roles in generating synthetic data similar to real-world data, a human resources manager for designing job market profiles, and a student with specific training needs. As a result, we demonstrate how universities designed as ecosystems can leverage their installed capacity to uncover hidden capabilities, allowing them to gain a broader view of their reach and environment. These connections generate value capture, providing greater opportunities for personalized, student-centered learning.

Keywords: Educational innovation, Artificial intelligence in higher education, Educational simulation models, Educational self-organization, Student-centered learning ecosystems, Complex adaptive systems in education.

## Problema de Investigación

La rápida evolución tecnológica está transformando el mercado laboral, generando cambios estructurales que afectan tanto a las competencias requeridas en los puestos de trabajo y la creación de nuevos cargos, como a la naturaleza de los empleos tradicionales, que están siendo reemplazados por la inteligencia artificial y la automatización. A este fenómeno se suman otros factores, como la globalización, la diversidad cultural, la hiperespecialización laboral, el cambio climático, el contexto geopolítico y la ralentización del crecimiento económico, creando un panorama de creciente incertidumbre, (Foro Económico Mundial [WEF], 2023). Estos cambios exigen la implementación de sistemas educativos más flexibles, que se adapten a un entorno laboral dinámico y en constante transformación.

Castelló et al., (2023, p.11), argumentan que, “en apenas unas décadas, la cuarta revolución industrial ha integrado un conjunto de cambios tecnológicos, organizativos y sociales de tal magnitud e intensidad que, en apenas tres lustros nos harán vivenciar una transformación equivalente a la que nuestros antepasados experimentaron a lo largo de ocho décadas, como consecuencia de las revoluciones industriales anteriores”. Agregan, además, que las competencias requeridas por la oferta y la demanda laboral están representando dichos desafíos y que la inclusión de dichas habilidades en los currículos supondrá mejoras sustanciales en su empleabilidad.

En contraste, la educación tradicional ha sido históricamente un proceso homogéneo, donde los estudiantes reciben la misma instrucción sin considerar sus habilidades, intereses o estilos de aprendizaje, como lo señalan la Red Educativa Mundial (REDEM, 2024), Villegas-Ch et al. (2024) y Márquez (2024). Esta falta de personalización en los métodos educativos implica un desafío crucial para las IES, ya que los modelos

tradicionales necesitar responder con agilidad a las necesidades individuales de los estudiantes y a las demandas del mercado laboral actual.

La necesidad de ajustar la educación a los requerimientos de una era digital y globalizada obliga a replantear los enfoques educativos, incorporando un modelo flexible, dinámico y que considere la personalización del aprendizaje, teniendo en cuenta las preferencias, el nivel de competencia y las aspiraciones profesionales de los estudiantes. Esta necesidad ha sido uno de los intereses y preocupaciones de la comunidad científica en los últimos años, en especial en la manera en cómo se incorpora la tecnología para mejorar la educación, (Morales et al., 2019).

Sin embargo, adaptar las instituciones educativas a estos desafíos implica un ajuste en los modelos pedagógicos tradicionales para su mejor aprovechamiento, así como en la implementación de nuevas tecnologías y enfoques de aprendizaje más flexibles y personalizados que tenga como premisa el aprovechamiento de la capacidad ya instalada y la sostenibilidad de las IES.

Por lo tanto, una parte del problema de investigación radica en cómo las IES pueden rediseñar sus modelos educativos para ofrecer una educación que no solo sea más personalizada y alineada con las necesidades del mercado laboral, sino que también sea capaz de adaptarse a las características individuales de cada estudiante, utilizando herramientas como la inteligencia artificial y el procesamiento de datos para crear un ecosistema de aprendizaje más dinámico y efectivo. El vacío empírico – teórico identificado en la literatura es que en la mayoría de los estudios sobre estas tecnologías las conciben principalmente como herramientas para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero no como medios para la construcción de un ecosistema educativo integral que conlleve a la ocupación de las capacidades ociosas de las IES, así como las capacidades

ocultas que se desarrollan al concebir a la organización como sistema. Este ecosistema debería ser capaz de articular las capacidades institucionales tanto internas como externas con las necesidades de formación particular y las demandas del mercado laboral, orientándose a la construcción de trayectorias educativas personalizadas.

La siguiente ilustración muestra la relación y, a su vez, la complejidad de la conexión entre las capacidades instaladas de las IES, las necesidades del mercado laboral y las necesidades particulares de los estudiantes que da paso al planteamiento de la hipótesis 1:

### Hipótesis I.

Un Ecosistema Educativo Inteligente y Autoorganizado mediante Sistemas Complejos, Procesamiento de Lenguaje Natural e Inteligencia Artificial permite generar una Personalización del Aprendizaje en las IES.

### Ilustración 1 Relación de necesidades y capacidades



Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto clave del problema de investigación que aborda esta tesis es la subutilización de la capacidad instalada de las IES, un fenómeno asociado a diversos factores, como los cambios demográficos, la diversificación de enfoques impulsado por las nuevas tendencias (costo de oportunidad), el costo de las matrículas, las preferencias por

estudios en el exterior, cambios en los ingresos de los hogares en Colombia, entre otros. Esto último afecta la disminución de la demanda sobre todo a nivel de pregrado, tal como lo ha demostrado el estudio de Quiñones y Suárez (2021), siendo congruente con el cierre de colegios en diferentes partes del país por falta de alumnos, lo que genera como consecuencia, menos estudiantes en las aulas de las universidades y, por ende, una mayor subutilización de la capacidad instalada. Esta parte del problema conlleva a plantear la segunda hipótesis:

### Hipótesis II.

Un Ecosistema Educativo Inteligente y Autoorganizado mediante Sistemas Complejos, Procesamiento de Lenguaje Natural e Inteligencia Artificial permite generar un mayor aprovechamiento de las capacidades instaladas y descubrir capacidades no evidentes de las IES.

### Objetivos

#### Objetivo general:

Diseñar un ecosistema educativo inteligente, flexible y autoorganizado mediante sistemas complejos, procesamiento de lenguaje natural (PNL) para la generación de contenido e inteligencia artificial para la personalización del aprendizaje, de acuerdo con las necesidades de los estudiantes para una Institución de Educación Superior.

#### Objetivos específicos:

1. Caracterizar los elementos constitutivos de un ecosistema educativo inteligente y autoorganizado, a partir del análisis de las necesidades del estudiante, las capacidades institucionales de las IES y los perfiles laborales requeridos.

2. Construir un modelo teórico de interacción entre las necesidades del estudiante, las capacidades institucionales y los perfiles laborales, bajo un enfoque de sistemas complejos y articulado con técnicas de procesamiento de lenguaje natural.

3. Diseñar la arquitectura funcional de un ecosistema educativo inteligente y autoorganizado, que permita personalizar el aprendizaje y optimizar el uso de las capacidades institucionales, tanto evidentes como no evidentes.

4. Explorar los efectos proyectados del ecosistema educativo inteligente sobre la experiencia de aprendizaje y el uso de capacidades institucionales, mediante la simulación de escenarios comparativos.

#### Estructura de la tesis



La tesis está compuesta por 6 capítulos, en el primero se realiza el marco conceptual y la revisión de la literatura. En este capítulo se hace una aproximación a la teoría general de sistemas, al modelo de educación personalizada, al enfoque autoorganizado y al uso de las tecnologías de procesamiento de lenguaje natural e inteligencia artificial como instrumentos para la creación del ecosistema, así como el modelo económico de la economía colaborativa como elemento fundamental para buscar la colaboración entre los agentes que participan en el sistema. En el segundo se muestra la metodología empleada en donde se incorpora el tipo de investigación, el diseño metodológico, la operacionalización de las variables dependientes. En el tercer capítulo se presentan los resultados de 5 simulaciones en donde se utiliza CHAT GPT-4 en tres roles específicos:

experto en diseño curricular, estudiante y jefe de recursos humanos, para la obtención de datos de acuerdo con cada rol como: el plan de estudios de un programa de pregrado, el contenido programático de las asignaturas, la información académica del estudiante, los requerimientos de perfiles profesionales desde una oficina de recursos humanos, utilizados para la validación del modelo y la comprobación de las hipótesis I y 2. En el capítulo 4, se presenta la aplicación de esta innovación educativa con programas de educación superior, como base para la implementación del ecosistema educativo inteligente en una IES, utilizando los elementos y los métodos empleados en la investigación. En el capítulo 5 se presentan las implicaciones futuras para los diferentes stakeholders y finalmente en el capítulo 6 se realizan las conclusiones derivadas en la tesis, las limitaciones de la investigación y unas recomendaciones para futuras investigaciones, así como la bibliografía empleada.

## Capítulo 1. Marco conceptual y revisión de literatura

### Marco conceptual

#### *Introducción al Marco Conceptual*

El presente marco conceptual tiene como objetivo establecer las bases teóricas que sustentan el estudio de la creación de un Ecosistema Educativo Inteligente y Autoorganizado en IES, mediante el uso de Sistemas Complejos, Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) e Inteligencia Artificial (IA). Este enfoque se plantea como una respuesta a los desafíos contemporáneos de la educación superior, donde la personalización del aprendizaje se presenta como una de las principales tendencias para adaptarse a los

requerimientos de formación individual de los estudiantes, a las necesidades cambiantes del mercado laboral y al mejor aprovechamiento de capacidades de las IES.

### *Definición de Conceptos Clave*

- **Innovación Educativa:** Parejo et al., (2022), muestran que surge como el componente a través del cual deben girar los procesos educativos para generar una mejora de la educación basada en competencias. Por su parte, Carbonell (2001), indica que es una adaptación organizacional que genere una transformación en las prácticas educativas que impulse el aprendizaje de los estudiantes.

- **Ecosistema:** Tansley (1935), acuñó el término de “ecosistema” y lo define como un complejo de organismos en unión con sus factores físicos del ambiente en un sitio determinado. Por su parte, Odum (1971), precisa que es donde todos los organismos interactúan con el ambiente físico. Earls (2012), lo define como un conjunto de organismos que se relacionan. Y agrega que, el sistema natural se autoorganiza, y que su existencia depende del tipo catalización de energías.

- **Ecosistema Educativo:** En línea con la definición de ecosistema de Odum (1971) y Earls (2012), Mayayo y González-Saavedra (2022), presentan el traslado del término ecosistema a un terreno educativo, con el fin de abordar el concepto de Ecosistema Educativo como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1 Comparación entre características del concepto de ecosistema y ecosistema educativo**

<b>Axioma</b>	<b>Situación</b>		
	<b>Ecológica</b>	<b>Eco-escolar</b>	<b>Ecosocial</b>
<b>Sujetos</b>	Biótico adaptativo	Persona que desempeña un rol prefijado por una sociedad determinada	Persona situada en un tiempo y espacio material o virtual posible
<b>Aprendizaje</b>	Determinado por el proceso evolutivo	Fijado por la institucionalidad	Fijado y autoorganizado a lo largo del ciclo vital
<b>Interacción</b>	Determinista	Programada	Experiencial
<b>Producto</b>	Determinado según especie	Estandarizado	Indeterminable, abierta

Fuente: adaptado de Mayayo y González-Saavedra (2022).

Como se puede observar, las relaciones de tipo ecológico que aguardan el concepto de ecosistema, vinculadas al entorno natural o ecológico, son adaptadas a relaciones no ecológicas como las dimensiones sociales, económicas, políticas; variables que están asociadas a lo ecosocial. En esta definición, Mayayo y González-Saavedra (2022), indican que la educación se fundamenta cada vez más en el poder de colaboración entre los actores educativos y sociales para la mejora continua. En este orden, las relaciones entre los actores del sistema y sus capacidades son objeto de estudio de esta investigación y estas relaciones se describen más adelante.

- **Institución:** Para la investigación se utiliza la definición presentada por North (1990), el cual define una institución como "cualquier forma de coacción que el ser humano concibe para dar forma a su interacción". En este orden, de acuerdo con Isaza et al., (2015), como complemento a la definición, Portes (2006), discute la formación de las instituciones en mercados, estados, jerarquías corporativas y redes. De esta manera, el

ecosistema educativo propuesto es, a su vez, una institución que condiciona el comportamiento es un sistema anárquico, pero organizado en el marco de las capacidades de las IES y proporciona soluciones a un número finito, pero inmensamente grande de necesidades de formación particular.

- **Autoorganización:** Velasco et al., (2016), precisan que la educación tiene que ser un proceso de continua creación de condiciones para la autoorganización de experiencias de aprendizaje. En este sentido, la autoorganización se observa tanto por la capacidad de los individuos para elegir su formación basados en información de su entorno, como en la capacidad de las IES de generar espacios en donde los subsistemas promuevan la interacción colaborativa, abiertos al diálogo y flexibles con el fin de proporcionar infraestructura, conocimientos y, de esta manera, el desarrollo de habilidades requeridas según la necesidad particular del estudiante. El concepto de autonomía en la formación individual es destacado por los autores, quienes retoman el aporte de Assmann (2002, p. 124), señalando que *“de la autonomía emerge la capacidad de autoorganización de la persona que interactúa con su contexto y establece relaciones intersubjetivas que median el proceso de percatación de sí misma y la comprensión selectiva de la realidad”*.

De este modo, para el desarrollo de la investigación, el concepto de autoorganización se enfoca tanto en el individuo, a partir del principio de autonomía, como en los procesos autoorganizativos de las IES, que emergen del caos como nuevos niveles de organización para garantizar las condiciones de supervivencia (Assmann, 2002). Dicho de otro modo, las IES funcionan como sistemas complejos, donde el caos, determinado por el sinnúmero de interrelaciones posibles entre los agentes (facultades, programas etc.), es utilizado para alcanzar niveles superiores de organización que brinden plasticidad,

flexibilidad y adaptabilidad de las IES frente a las demandas de un entorno en constante cambio.

- **Personalización del aprendizaje:** El aprendizaje personalizado se centra en comprender los conocimientos previos, las necesidades, las capacidades y las percepciones de los estudiantes durante los procesos de enseñanza y aprendizaje, (UNESCO, 2017). Este concepto parte de que cada individuo es único y, por lo tanto, los métodos y estrategias de enseñanza deben ser adaptados para atender las necesidades, habilidades, intereses y preferencias de cada estudiante, (Suárez et al., 2023). Por su parte Márquez (2024, p.6.) demuestra que: “la Personalización del Aprendizaje mejora del rendimiento Académico porque permite aprender a su propio ritmo y estilo, genera una mayor motivación y compromiso, cuando los contenidos y métodos de aprendizaje se adaptan a los intereses y habilidades de los estudiantes”.

- **Inteligencia Artificial:** La definición que proporciona Briva-iglesias (2023), hace referencia a “una serie de algoritmos y de programas que se han diseñado para hacer tareas que normalmente requerirían la inteligencia humana”.

- **Procesamiento de Lenguaje Natural PLN:** de acuerdo con Muñoz (2024), el PLN, se centra en la capacidad de las máquinas para comprender, interpretar y generar lenguaje humano mediante el desarrollo de técnicas de diferentes áreas con una fuerte componente interdisciplinar (ciencias de la computación, lógica, matemáticas, psicología cognitiva, lingüística, etc.)”. Para interpretar información subjetiva, como las necesidades individuales de formación, y así alcanzar niveles superiores de autoorganización y personalización en la educación, esta investigación utiliza el procesamiento del lenguaje natural PLN, el cual permite que los agentes se comuniquen con la computadora, estableciendo conexiones entre las necesidades del usuario, las capacidades de la

institución de educación superior (IES) y el contexto laboral. El objetivo es generar soluciones más precisas a esta complejidad mediante la extracción de palabras clave de un conjunto de documentos (Celi et al., 2021). A continuación, se presentan unos acápites del artículo publicado como parte de esta investigación, en donde se realiza una revisión de los modelos de Procesamiento de Lenguaje Natural que dieron paso a la elección del modelo de PNL que se adapta a la implementación del Ecosistema Educativo Inteligente:

### Procesamiento del Lenguaje Natural: Una Visión General de Modelos, Transformadores y Prácticas Aplicadas<sup>10</sup>

#### Resumen

El estudio del uso del lenguaje humano en sistemas informáticos, conocido como procesamiento del lenguaje natural (PLN), está adquiriendo una importancia creciente en diversos ámbitos de la vida, como la investigación, las actividades cotidianas, el comercio y los negocios. No obstante, el rápido avance en este campo puede dificultar la comprensión del estado actual del PLN y la identificación de los modelos más eficientes.

En esta investigación se realizó un análisis de los resúmenes de artículos relacionados con el PLN, empleando diversos enfoques para comprender mejor las ventajas y limitaciones de las tecnologías existentes. Entre los modelos, tecnologías y metodologías más destacados se observa una tendencia hacia el desarrollo de modelos generativos de gran escala, basados exclusivamente en decodificadores, lo que plantea nuevas implicaciones para el campo. Por su parte, en esta tesis doctoral se utiliza el modelo de embedding "text-embedding-3-small" creado por Open AI, que no se incluyó en el artículo publicado sobre PNL porque hasta la fecha de la revisión el modelo no estaba disponible.

---

<sup>10</sup> Artículo publicado en la revista: Computer Science and Information Systems.  
<https://doi.org/10.2298/CSIS230217031C>

## Introducción

El campo del procesamiento del lenguaje natural (PLN) abarca numerosas aplicaciones, como respuesta a preguntas, clasificación de textos, generación y resumen de contenido, clasificación de disparos cero o de pocos disparos, traducción, análisis de similitud textual, análisis de sentimientos, reconocimiento de entidades nombradas (NER), extracción de relaciones, recuperación de información, generación de diálogo, simplificación y agrupación de textos, entre otros.

En este ámbito, se han desarrollado diversos enfoques, técnicas y modelos con el objetivo de mejorar diferentes aspectos de las soluciones existentes. Estos avances suelen evaluarse mediante métricas clave como el rendimiento en tareas específicas, la eficiencia energética, el uso de memoria y la complejidad del entrenamiento. Por ejemplo, el modelo text embedding-3-large, tiene mejor rendimiento que el de sus antecesores. Aunque han surgido modelos avanzados para resolver tareas de PLN, enfoques tradicionales como Bag of Words y TF-IDF siguen siendo útiles, particularmente cuando los recursos computacionales y los datos son limitados.

Liddy (2001) muestra que el PNL tiene dos enfoques distintos: la Comprensión del Lenguaje Natural, NLU (lector/oyente) con el propósito de producir una representación significativa, y la Generación del Lenguaje Natural (escritor/hablante), que se refiere a la producción del lenguaje a partir de una representación. Según Khurana et al., (2022), el primero tiene cinco secciones: Fonología, Morfología, Sintaxis, Semántica y Pragmática, y el segundo se refiere a la identificación de los objetivos, la planificación de cómo se pueden alcanzar los objetivos mediante la evaluación de la situación y las fuentes de comunicación disponibles y la elaboración de los planes en forma de texto.

La investigación sobre el procesamiento del lenguaje natural involucra al menos cuatro áreas de estudio diferentes pero estrechamente relacionadas, que son: (1) investigación sobre los procesos psicológicos involucrados en la comprensión del lenguaje humano, (2) la construcción de sistemas computacionales para analizar la entrada del lenguaje natural y/o generar lenguaje natural, (3) el desarrollo de teorías sobre la estructura del lenguaje natural, y (4) la determinación de las propiedades matemáticas de los formalismos gramaticales, (Sells et al., 1991).

A pesar de los avances, resulta complicado abarcar completamente el panorama del PLN debido al crecimiento constante de la investigación, la proliferación de modelos con diferentes ventajas y niveles de accesibilidad, y la complejidad asociada a la elección de soluciones adecuadas. A continuación, se presenta una revisión general de los principales modelos.

### Enfoques previos

#### Basado en reglas y simbólico

Este enfoque puede incluir expresiones regulares, sistemas basados en reglas, análisis morfológico, tokenización, análisis sintáctico, transformación y normalización de texto. Los sistemas de PLN que son interpretables pueden promover la confianza al permitir que los usuarios finales, los profesionales y los investigadores comprendan los mecanismos de predicción del modelo, garantizando así prácticas éticas de PLN.

#### Bolsa de Palabras

La metodología de la Bolsa de Palabras (BoW) es una técnica utilizada para representar datos textuales en vectores numéricos, transformando un texto en un conjunto de palabras únicas y cuenta la frecuencia con la que cada una aparece en un documento.

Inicialmente se propuso para el análisis de documentos de texto, (Harris, 1954), y se han encontrado aplicaciones, como en el procesamiento de imágenes. Los BoW se han utilizado ampliamente en PLN y han demostrado ser efectivos cuando se combinan con otros algoritmos, especialmente los de aprendizaje automático y TF-IDF.

## TF-IDF

La frecuencia de Término - Frecuencia Inversa de Documento TF-IDF funciona determinando la frecuencia relativa de un término (una palabra o una combinación de palabras) en un documento específico, en comparación con la proporción inversa de esa palabra en todo el conjunto de documentos. Este cálculo determina qué tan relevante es un término en particular en un documento específico.

TF-IDF también funciona mejor cuando se combina con otros algoritmos, ya que la representación vectorial y matemática de los documentos permite el uso de diferentes modelos y enfoques.

El Term Frequency (Tf), se calcula de la siguiente manera:

$$Tf_i = \frac{\log (Freq(i, j) + 1)}{\log (L)}$$

Donde  $Freq(i, j)$  es la frecuencia del término  $i$  en el documento  $j$ , y  $\log (L)$  es el número total de términos en el documento  $j$ , (Robertson, 2004, p. 12).

Por su parte, Inverse Document Frequency (IDF), representa el número total de documentos considerados en relación con el número de documentos que contienen el término  $i$  y se calcula como sigue:

$$IDF = LOG\left(1 + \frac{N_D}{f_i}\right)$$

Donde  $N_D$  es el número total de documentos considerados, y  $f_i$  es el número de documentos que contienen el término  $i$  (Robertson, 2004, p. 3).

A continuación, se desarrolla un ejemplo:

Documento 1: Gonzalo debe estudiar para el examen de lengua castellana

Documento 2: Gonzalo y Benjamín juegan en el parque

Documento 3: Los niños no quieren comer la ensalada

Frecuencia de término TF

La palabra Gonzalo aparece 1 vez de 9 palabras en el documento 1

$$TF \text{ documento 1} = \log(1 + 1) / \log 9 = \frac{0.301029}{0.9542442} = 0.315463$$

La palabra Gonzalo aparece 1 vez de 7 palabras en el documento 2

$$TF \text{ documento 2} = \log(1 + 1) / \log 7 = \frac{0.301029}{0.845098} = 0.356206$$

La palabra Gonzalo no aparece en el documento 3 dentro de las 7 palabras = 0/7

$$TF \text{ documento 3} = 0$$

Frecuencia Inversa de Documento IDF

La palabra Gonzalo aparece en 2 de los tres documentos.

$$IDF = LOG\left(1 + \frac{3}{2}\right) = 0,3979$$

TF\_IDF

$$\text{Documento 1} = 0.315463 * 0.3979 = 0.125522$$

$$\text{Documento 2} = 0.356206 * 0.3979 = 0.14173436$$

$$\text{Documento 3} = 0 * 0.3979 = 0$$

De acuerdo con la definición, el TF-IDF determina qué tan relevante es un término en particular en un documento específico, en este caso, la palabra Gonzalo es relevante en los documentos 1 y 2, pero no en el 3.

### N-gram

Los n-gramas son secuencias de caracteres o palabras extraídas de un texto. Se clasifican en dos tipos: ngramas basados en caracteres y ngramas basados en palabras. Un N-grama basado en caracteres hace referencia a los caracteres extraídos de una palabra o de un término. Los valores típicos de n son 2 o 3, lo que corresponde al uso de bigramas o trigramas, respectivamente, (Shannon, 2001).

Por ejemplo:

Sergio\_Arboleda expresado en trigramas basado en caracteres sería:

“Ser” “erg” “rgi” “gio” “io\_” “o\_A” “\_Ar” “Arb” “rbo” “bol” “ole” “led” “eda”.

### LSA

El análisis semántico latente LSA, es una técnica de PLN y de recuperación de información que utiliza la descomposición de valores singulares (SVD) para analizar y representar las relaciones entre términos y documentos en un espacio de alta dimensión. Es ampliamente utilizado para tareas como la recuperación de documentos, de información y el análisis de texto para descubrir la estructura semántica latente en la estructura de un documento, (Deerwester et al., 1990).

De acuerdo con el ejemplo anterior tenemos:

Documento 1: Gonzalo debe estudiar para el examen de lengua castellana

Documento 2: Gonzalo y Benjamín juegan en el parque

Documento 3: Los niños no quieren comer la ensalada

En el documento 3 aparece la palabra niños, pero en el documento 2, aunque no aparece la palabra niño, el contexto de la 2 hace que el LSA interprete que Gonzalo y Benjamín y la palabra niños estén relacionadas porque aparecen en contextos similares para deducir que Gonzalo y Benjamín son niños.

## LDA

La Asignación Latente de Dirichlet representa un modelo bayesiano jerárquico de tres niveles, en el que cada elemento de una colección de documentos se representa como una mezcla finita de temas. Estos temas se representan además como una mezcla infinita de probabilidades temáticas que, en el contexto del modelado de textos, ofrecen una forma clara de representar un documento, (Blei et al., 2003).

El LDA ha demostrado ser un modelo de alto rendimiento para el modelado de temas en una variedad de aplicaciones y dominios. Su capacidad para descubrir temas latentes dentro de un corpus de datos de texto lo ha convertido en una herramienta valiosa para tareas como la agrupación de documentos, la recomendación de contenido y el análisis de sentimientos.

De acuerdo con el ejemplo anterior tenemos:

Documento 1: Gonzalo debe estudiar para el examen de lengua castellana

Documento 2: Gonzalo y Benjamín juegan en el parque

Documento 3: Los niños no quieren comer la ensalada

Como se observa en el ejemplo, los documentos están asociados a temas. El documento 1 está asociado al tema educación, mientras que el documento 2 y 3 están asociados al tema actividades cotidianas. En este caso, el LDA permite la clasificación de textos por temas y es valioso al utilizarlo en grandes volúmenes de información.

## Word2vec

Aunque la representación vectorial y espacial de textos se propuso previamente en otros modelos y metodologías, word2vec, (Church, 2003), es un modelo que logró importantes mejoras en PLN con el uso de embeddings.

La generación de una embeddings de palabras a través de Word2Vec se puede realizar de dos maneras diferentes: Skip-Gram y Continuous Bag of Words. Ambos enfoques se basan en un manejo diferente de las variables de input y output, pero esencialmente utilizan la misma estructura de red neuronal. El modelo de skip-gram utiliza la palabra actual para predecir las palabras circundantes, mientras que el otro modelo predice la palabra actual en función de las palabras circundantes, (Di Gennaro, 2021). El entrenamiento con skip-gram tiende a proporcionar una mejor representación semántica de las palabras. La idea de un skip-gram es poder, dada una distribución de probabilidad, predecir las palabras circundantes en una ventana para cada palabra.

## GloVe

GloVe es un algoritmo que se utiliza para obtener representaciones vectoriales de palabras. Se entrena con estadísticas globales derivadas de la co-ocurrencia palabra-palabra en la estructura de un documento. El objetivo de entrenamiento de GloVe es aprender vectores de palabras. Este objetivo asocia (el logaritmo de) razones de probabilidad de co-ocurrencia con diferencias vectoriales en el espacio vectorial de palabras, gracias a la equivalencia matemática de razones logarítmicas y diferencias vectoriales. Esto permite la codificación de alguna forma de significado, ya que estas proporciones pueden capturar relaciones semánticas, (Pennington et al., 2014)<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> <https://nlp.stanford.edu/projects/glove/>

## Neural Networks y Deep Learning

El modelado del lenguaje neuronal tiene como objetivo mejorar el rendimiento de múltiples tareas de aprendizaje relacionadas, (Collobert y Weston, 2008), aprovechando la información útil entre ellas, (Chen et al., 2021). La relación de tareas se basa en la comprensión de cómo se relacionan las diferentes tareas como las de aprendizaje supervisado, que incluyen tareas de clasificación y regresión, tareas no supervisadas, con tareas5 agrupamiento, tareas semisupervisadas, tareas de aprendizaje activo, tareas de aprendizaje por refuerzo, tareas de aprendizaje en línea y tareas de aprendizaje multivista, (Zhang y Yang, 2018). De la misma manera, el concepto de embeddings de palabras se amplía aún más, mejorando las tareas de búsqueda y recomendación de contenido, (Church, 2017). Los modelos de aprendizaje, secuencia por secuencia con redes neuronales, se incluyeron en el desarrollo del PLN en Sutskever y Vinyals (2014), a través de una tarea de traducción utilizando un Long Short-Term Memory -LSTM multicapa, para asignar la secuencia de entrada a un vecino de dimensionalidad fija, y luego otro LSTM profundo para decodificar la secuencia objetivo del vector.

Por otro lado, Khurana et al., (2022), resumen el uso de redes neuronales convolucionales en los campos de la Clasificación de Frases, el Análisis de Sentimientos, la Clasificación de Textos, la Suma de Textos, la Traducción Automática y las Relaciones de Respuesta, así como el uso de redes neuronales recurrentes (RNN) que, según Tarwani y Edem (2017), se define como un tipo de red neuronal artificial donde las conexiones entre unidades forman un ciclo dirigido creando un estado interno de la red generalmente aplicado a datos secuenciales como texto, series de tiempo, datos financieros, voz, audio, video, entre otros, (Khurana et al., 2022).

## Modelo de embedding “text-embedding-3-small”

De acuerdo con OPEN AI (2024), el embeddings 'text-embedding-3-small' y 'text-embedding-3-large', cuentan con costos más bajos y mayor rendimiento multilingüe. Los embeddings de texto de OpenAI miden la relación de las cadenas de texto; es un vector, y la distancia entre dos vectores mide su relación. Las distancias pequeñas muestran una alta relación y las distancias grandes sugieren una relación baja. El modelo text-embedding-3-large es un nuevo modelo de embeddings que crea embeddings con hasta 3072 dimensiones. Los embedding se usan comúnmente para:

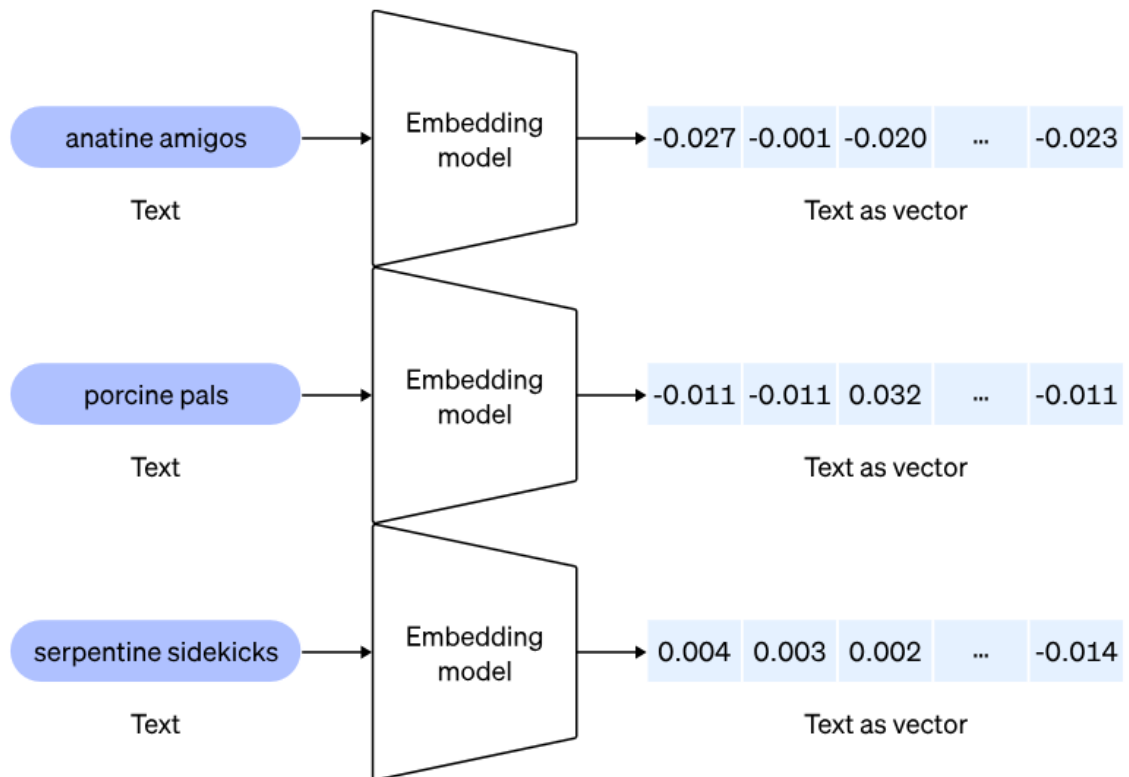
- *“Búsqueda (donde los resultados se clasifican por relevancia para una cadena de consulta)*
- *Agrupación (donde las cadenas de texto se agrupan por similitud)*
- *Recomendaciones (donde se recomiendan elementos con cadenas de texto relacionadas)*
- *Detección de anomalías (donde se identifican valores atípicos con poca relación)*
- *Medición de diversidad (donde se analizan distribuciones de similitud)*
- *Clasificación (donde las cadenas de texto se clasifican por su etiqueta más similar)” (Open AI, 2024)<sup>12</sup>*

Agregan que, los embeddings son una secuencia de números que representan los conceptos dentro del contenido y facilitan que los modelos de aprendizaje automático y otros algoritmos comprendan las relaciones entre el contenido y realicen tareas como la agrupación o la recuperación. Open AI facilita la siguiente imagen que explica lo antes mencionado:

---

<sup>12</sup> Disponible en: <https://platform.openai.com/docs/guides/embeddings/#embedding-models>

## Ilustración 1 Embeddings. De texto a vector.



Fuente: OPEN AI (2024). Captura de pantalla del 25 de febrero de 2025. Disponible en: <https://openai.com/index/new-embedding-models-and-api-updates/>

## Teorías y Modelos Relevantes

### Teoría general de sistemas:

Bertalanffy (1976), autor de la Teoría General de Sistemas, desarrolla esta teoría en pro de organizar los elementos que expliquen el comportamiento de los sistemas y de los que allí se relacionan. El autor, en su introducción menciona que de algún modo nos enfrentamos a las complejidades, en todos los campos de conocimiento. En un capítulo de su libro dedica especial enfoque al concepto de sistemas en las ciencias sociales, en la psicología y en la psiquiatría. Un sistema, de acuerdo con Bertalanffy, se define como un complejo de componentes que interactúan entre sí. Además, menciona que pueden

generarse conexiones entre elementos que son distintos. Bertalanffy presenta las propiedades de los sistemas que pueden ser abiertos o cerrados y se resumen a continuación a partir del aporte de Torres (2017): Totalidad o sinergia, Causalidad circular o codeterminación recíproca, Equifinalidad: Equicausalidad, Limitación o proceso estocástico, Regla de relación, Ordenación jerárquica y Teleología.

Los principios antes destacados servirán como base de algunas conclusiones de la investigación. Resulta importante revisar la congruencia de los principios con el ecosistema educativo inteligente, con el fin de facilitar la interpretación de las interacciones resultantes y sus posibles implicaciones.

Por su parte, Maturana y Varela (1973), autores de la Teoría de la Autopoiesis, la defienden como un sistema que produce sus propios componentes y los procesos de diferenciación del entorno. Al respecto, Villamil y Garavito (2017), indican que el sistema requiere del entorno para el intercambio energético que garantice su supervivencia. Varela (1992), define la interacción cognitiva como que aquella en el que el organismo reconoce ciertos elementos de su ambiente, que pueden ser impedimentos, además de los elementos que no tienen relevancia para su supervivencia. El aporte descrito es esencial para entender la manera en que se comportan los elementos que hacen parte del Ecosistema Educativo Inteligente, y revisar, de esta manera, los componentes que son relevantes para la formación del estudiante cuando estos interactúan entre sí.

### [Modelo económico simple de la economía colaborativa](#)

Raza et al., (2021) presentan la conceptualización de la Economía Colaborativa y muestran una serie de definiciones de diferentes autores y que son útiles para la presente

investigación y para comprender la razón de utilizar esta micro fundamentación económica del mercado para crear el Ecosistema Educativo Inteligente y Dinamizarlo:

- *“La economía colaborativa lleva a minimizar la propiedad de los activos poniéndolos a disposición en línea para un grupo. (Stephany, 2015)*
- *La economía bajo demanda se refiere a conectar a los consumidores con Servicios a través de plataformas de internet a través de aplicación móvil. (Cockayne, 2016)*
- *Una actividad económica en la que los consumidores otorgan los derechos de utilizar sus activos temporalmente para ganar dinero. (Frenken y Schor, 2017)”*

*(Raza et al., 2021. p106)*

En síntesis, es un mecanismo de mercado que, por una serie de incentivos presentes, permite compartir lo subutilizado, conectarlo con otras capacidades y generar valor agregado para que sea nuevamente insertado en el mercado. De esta manera, es relevante su aplicación en el Diseño del ELEIA por su naturaleza, las capacidades ociosas son trasladadas al mercado, como lo demuestran Filippas et al., (2020).

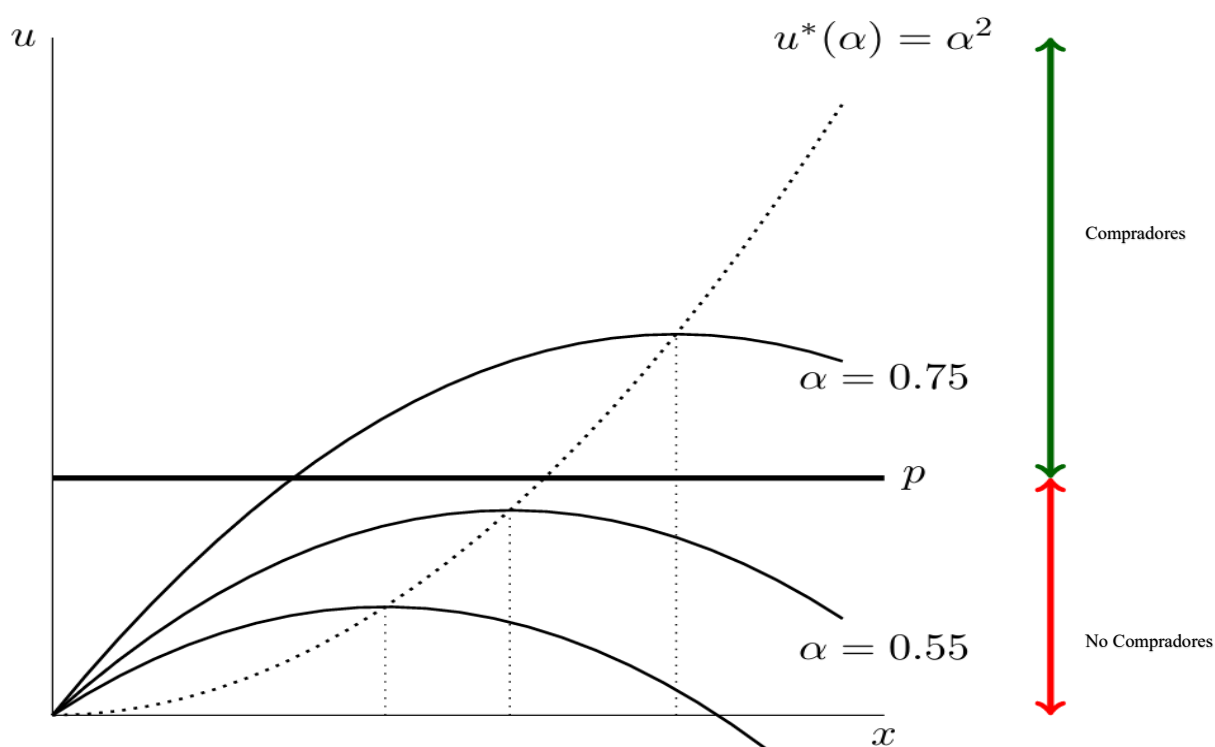
En este orden, se utiliza el modelo planteado por Filippas et al., (2020), en el que modelan la conducta de los agentes presentes el mercado de la economía colaborativa. En su investigación exploran sus equilibrios tanto a corto plazo, en el que las decisiones de propiedad son variables, y a largo plazo, en el que las decisiones de propiedad se pueden cambiar. Los autores demuestran que los mercados de la economía colaborativa pueden expandir el consumo e incrementar el excedente, pero puede aumentar o disminuir la propiedad.

En este caso, se asocia la presente investigación con la segunda hipótesis porque parte del modelo intenta explicar cómo lo propietarios de los bienes y servicios tienen una alta probabilidad de generar capacidad ociosa en el uso del bien, en consecuencia, de los incentivos que obtenga para disminuir su uso privado. A continuación, se presenta el

análisis gráfico y matemático propuesto por Filippas et al., (2020) y la adaptación como soporte conceptual para la implementación del ecosistema en una IES.

A partir del modelo de Filippas et al., (2020), donde se propone que un agente económico tendrá mayor probabilidad de ser propietario de un bien cuando su expectativa de uso  $\alpha$  y la utilidad que le genera el bien es superior al precio. Mientras que cuando la expectativa y la utilidad que le genera son inferiores al precio, el agente económico tendrá mayor probabilidad de ser un arrendatario (consumos específicos), como se observa en la ilustración:

Ilustración 2. Uso óptimo de un bien por parte de los consumidores y decisión de compra resultante



Fuente: Adaptado de Filippas et al., (2020, p.11).

En este orden, la adaptación del modelo a la presente investigación se enfoca en los componentes del sistema por el lado de la IES. En primera instancia, sus facultades podrían ofrecer los programas de pregrado sin la necesidad de conectar sus microcurrículos con otros programas y facultades. No obstante, aparecen los agentes cuya necesidad radica en algo puntual y especializado, estos se observan en la parte inferior al precio. Así se origina el sistema y su relacionamiento. En principio, para compartir, alguien debe poseer, y deben existir los programas de pregrado, ser ofrecidos y abiertos para que sirvan de plataforma para el mercado colaborativo y del ecosistema en sí mismo.

Ahora bien, de acuerdo con los autores, el nivel óptimo de consumo se da cuando la expectativa  $\alpha$  es igual a la realidad  $x$ ,  $\alpha = x$ . En este caso, para una IES la oferta de cupos con una capacidad total (expectativa  $\alpha$ ) debe ser igual al número de estudiantes matriculados en un programa de pregrado (realidad  $x$ ). Por ende, los factores que se describieron en el problema de investigación podrían alterar la realidad, generando mayores diferencias entre la realidad y la expectativa, provocando, de esta manera, capacidad inutilizada en las IES. La siguiente expresión muestra esta igualdad:

$$u = 2x\alpha - x^2$$

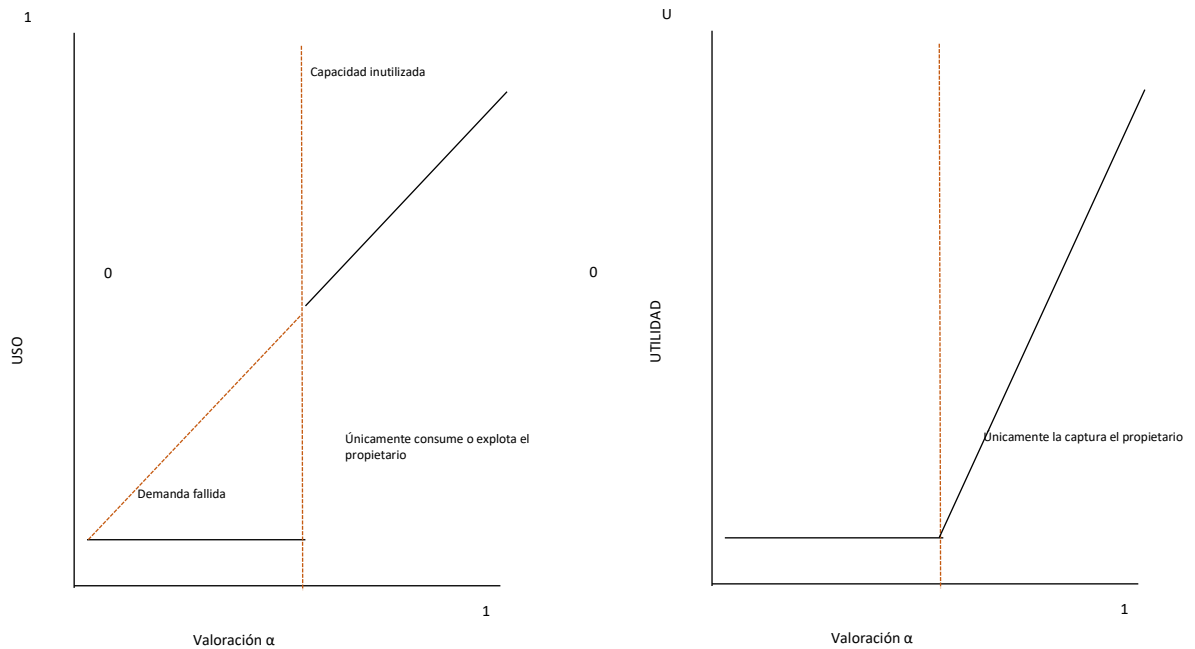
Donde  $u$  es la utilidad percibida por el propietario o el nivel de bienestar que le genera el uso,  $x$  es el uso efectivo y  $\alpha$  es la expectativa de uso.  $x^2$  es el costo de oportunidad. Derivando e igualando a cero obtenemos:

$$\frac{dy}{dx} = 2\alpha - 2x = 0$$

$$x = \alpha$$

Así las cosas, los autores proponen una representación gráfica al fenómeno de la capacidad inutilizada en ausencia y en presencia del mercado colaborativo como se muestra a continuación:

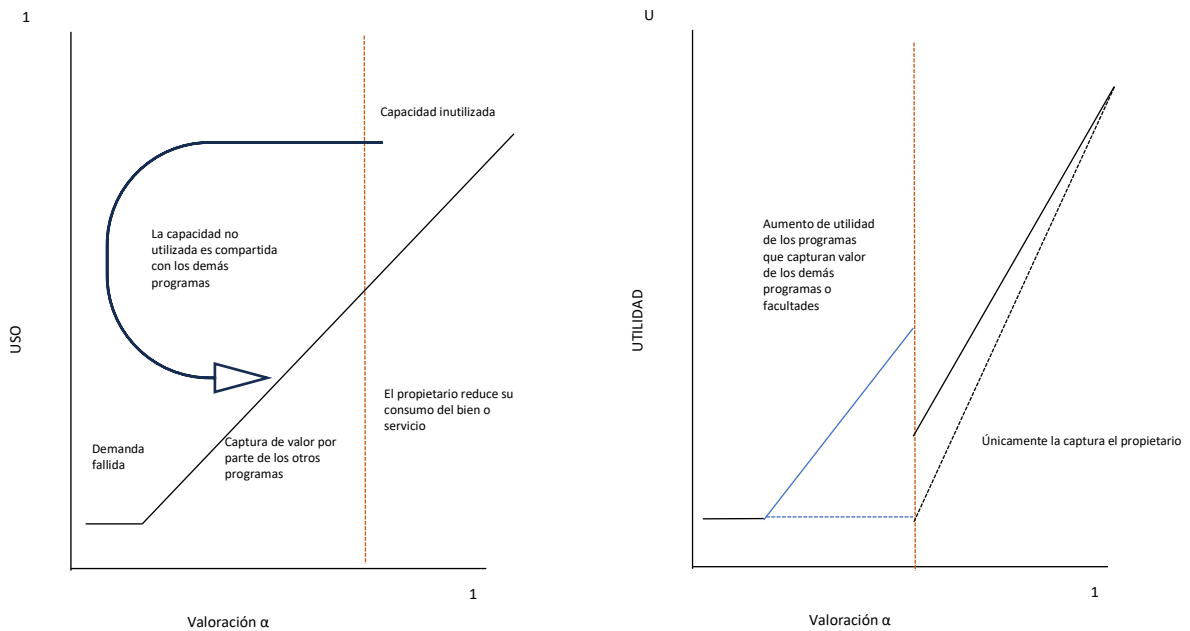
ILUSTRACIÓN 2. CONDUCTA DEL PROPIETARIO SIN PRESENCIA



Fuente: Adaptado de Filippas et al., (2020, p.13).

En este escenario en ausencia del mercado colaborativo o también denominado mercado P2P, los agentes propietarios de los programas de pregrado (facultades, escuelas, etc), percibirán una utilidad por la explotación o uso del programa en particular, sin generar captura de valor de las demás facultades o programas.

### ILUSTRACIÓN 3 EQUILIBRIO A CORTO PLAZO CON UN MERCADO COLABORATIVO.



Fuente: Adaptado de Filippas et al. (2020, p.13).

Al trasladar la capacidad disponible de un programa de pregrado en particular hacia el sistema, como se presenta en la ilustración, y de esta manera conectarla con la capacidad disponible de los demás programas de pregrado, se genera como resultado un aumento de la utilidad (bienestar) percibida por las facultades, escuelas o direcciones, cualquiera que sea la estructura organizacional de la IES.

Por su parte, el modelo matemático se complementa así:

$$u = 2x\alpha - x^2 + r(1 - x)$$

Donde  $r$  es la renta que percibe la facultad, dirección o escuela por todos los servicios generados al aprovechar los cupos disponibles  $(1 - x)$ .

Derivando e igualando a cero se tiene:

$$\frac{du}{dx} = 2\alpha - 2x - r = 0$$

Ordenados términos se obtiene la cantidad óptima:

$$x = \alpha - \frac{r}{2}$$

Lo anterior permite considerar que las facultades, escuelas, direcciones o la unidad organizativa a la cual pertenezca el programa partirán de un nivel de utilidad o de bienestar determinado y, aprovechando su capacidad disponible, y conectándola con la de los demás programas, en ningún caso desmejorará su bienestar, sino también mejorará su bienestar vía ingresos y adquisición de nuevas capacidades como lo demuestran los autores.

### Revisión de literatura.

La revisión de literatura se sustentó en un enfoque bibliométrico el cual permitió analizar la producción científica y así detectar patrones y tendencias. Según Passas (2024), el análisis bibliométrico constituye en una herramienta flexible para mapear el conocimiento específico ya que combina indicadores y representaciones gráficas de redes de citación, co-ocurrencia y colaboración, la cual posibilita una visión de la evolución académica del campo de conocimiento. El autor propone que los pasos para la implementación de un análisis bibliométrico empieza por la definición de los objetivos de la investigación, establecer la estrategia de búsqueda y recopilar de la literatura, depurar y normalizar los datos obtenidos, seleccionar las técnicas bibliométricas apropiadas como la co-citación, la co-palabras y acoplamiento bibliográfico, posteriormente procesar y analizar los datos obtenidos y visualizar los resultados mediante mapas y representaciones de redes para finalmente interpretar y reportar los hallazgos. De igual manera, Zupic and

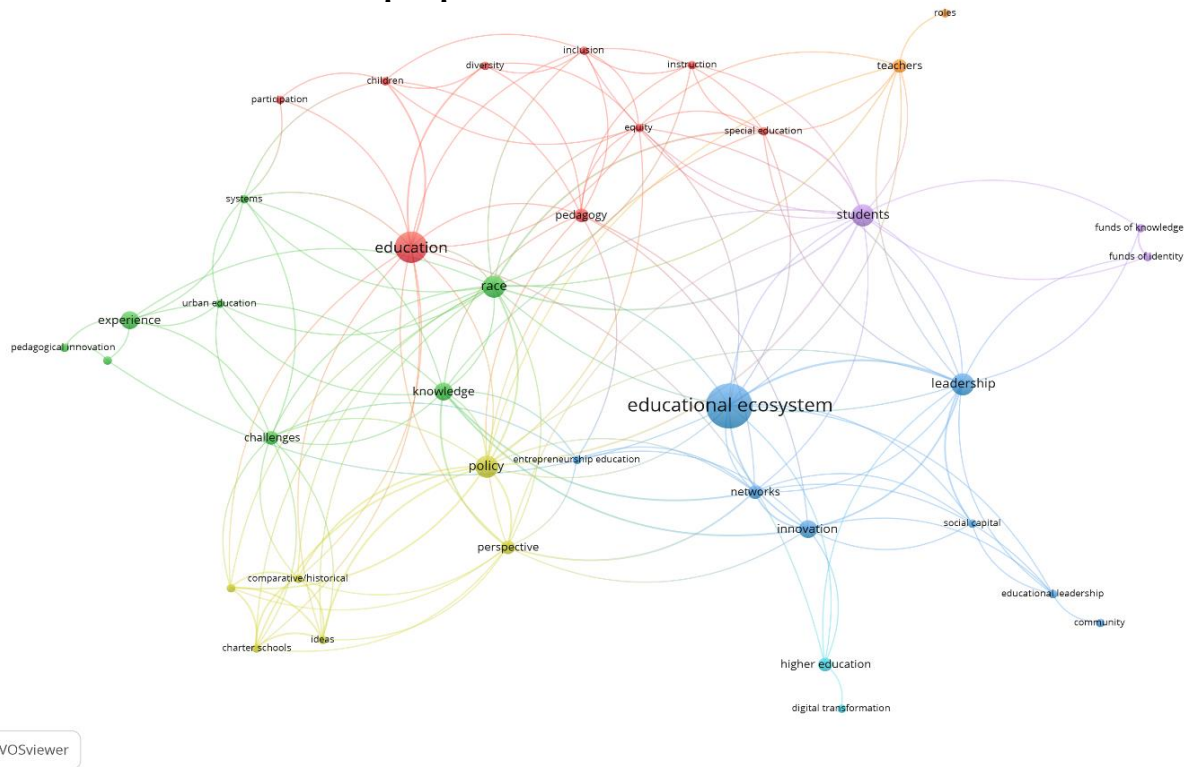
Čater, (2015) indica que para su realización se inicia por el diseño la investigación, recolectar datos bibliométricos, analizar los datos, presentar los resultados y discusión de los hallazgos.

En este sentido, y de acuerdo con los lineamientos antes mencionados, el enfoque del análisis bibliométrico, partió de la definición de los objetivos de la presente investigación y posteriormente se establece una estrategia de búsqueda en donde se incluyó todos los artículos publicados desde el 2008 al 2025 que, de acuerdo con la información disponible en el Web of Science se obtuvieron 81 publicaciones científicas mediante una búsqueda booleana “ecosystems AND educational AND Design”. Se utiliza VOSviewer 1.6.18 para identificar los núcleos temáticos y las principales redes de colaboración. El análisis clúster de co-ocurrencia de keywords emplea las todas las palabras claves disponibles, tanto de los autores como de los journal. De igual manera, se utiliza el método full counting de documentos que registraron un mínimo de dos citas. El método full counting indica que la co-ocurrencia entre los documentos tiene algún peso (Van y Waltman, 2010).

#### **Análisis de los clústeres temáticos**

De acuerdo con las publicaciones disponibles se elaboran cinco clústeres temáticos como se observa en la siguiente ilustración:

## Ilustración 4 Clúster temáticos por palabras claves



Fuente: Datos WoS. Elaboración propia.

El clúster azul, muestra la relación de la palabra clave principal y focalizada para la presente investigación: Ecosistemas Educativos. Las investigaciones en el campo están relacionadas con el desarrollo de capital social, las escuelas de educación superior, la transformación digital y el emprendimiento educativo.

Se destacan los aportes de Nikolaeva (2024), quien realiza un estudio cualitativo cuyo objetivo es identificar y analizar enfoques para explorar y modelar dimensiones ecosistémicas de la educación. Señala que los ecosistemas educativos se basan en enfoques de paradigma mixto, que combinan principios y constructos del constructivismo y el conectivismo. Además, su estudio se centra en la escuela y la educación superior, el aprendizaje permanente y el aprendizaje orientado a los negocios. Por su parte,

Gortaire et al. (2023) presenta definiciones que permiten complementar y aclarar la contribución de Nikolaeva. Los autores explican que, en el constructivismo el estudiante desarrolla su conocimiento a partir de su propia experiencia, mientras que el conectivismo, sostiene que el aprendizaje se genera por medio de la conexión de conceptos y la creación de redes de conocimientos, (Gortaire et al., 2023, p. 1404).

Por su parte, Torres-Martín (2019) realiza una reflexión acerca del liderazgo electrónico y lo define como un campo emergente que ha captado la atención de la comunidad académica. Su análisis se centra en el desarrollo capacidades que permitan integrar la gestión del talento humano, el uso de tecnologías y modelos organizativos innovadores, con el fin de alcanzar un mayor nivel de calidad educativa. El autor añade que, en el contexto actual de la digitalización, se emplean herramientas tecnológicas para mejorar las interacciones de los miembros de la institución, cuyas dinámicas de trabajo están cada vez más mediadas por la tecnología.

Casarosa et al. (2020) elaboran un estudio de caso de la Universidad de Pisa, en el que reconocen que la interdisciplinariedad adquiere una importancia creciente en el ámbito educativo. En un mercado laboral en constante evolución, una formación interdisciplinaria permite preparar a los estudiantes para afrontar escenarios de mayor flexibilidad y con una base de conocimientos amplia, necesaria para adaptarse a los cambios. Asimismo, los autores reflexionan sobre los obstáculos que representan las barreras disciplinarias y destacan la necesidad de un ecosistema flexible y abierto, que favorezca la educación y el aprendizaje integral.

El aporte de Casarosa et al. (2020), es fundamental para la presente investigación porque a partir de la creación de dos programas: en Humanidades Digitales y en Ciencia de Datos e Informática Empresarial en la Universidad de Pisa, se demuestra cómo el diseño

de programas multidisciplinares permite a los estudiantes de distintos pregrados construir su propio camino de formación. Los datos presentados por los autores refuerzan la postura de esta investigación en cuanto a que la educación personalizada es altamente valorada por los estudiantes, al percibir mayor flexibilidad y sentido en las asignaturas cursadas, las cuales consideran verdaderamente relevantes dentro del currículo.

Además, los autores, reflexionan sobre una situación que puede extrapolarse al contexto de las instituciones de educación superior en Colombia: el auge de los programas de estudio multidisciplinario suele verse limitado por las barreras entre disciplinas. En este sentido, afirman que “un ecosistema educativo está hecho de entornos comunicativos y socios colaboradores y no de “piezas” separadas. En la universidad, necesitamos expertos disciplinarios, pero también exploradores y pioneros, personas que construyan puentes entre disciplinas”.

Vilar et al, (2020) realizan una validación del modelo de la herramienta Schoolweavers desarrollada por NetEduProject, cuyo objetivo es transformar ecosistemas educativos. Esta herramienta está dirigida a los equipos directivos que promueven estrategias orientadas a mejorar el capital social de sus instituciones educativas y a transformar el ecosistema de aprendizaje mediante la colaboración en red. Se trata de un enfoque pertinente para la presente investigación, ya que brinda herramientas para fomentar el desarrollo de un Ecosistema Educativo Inteligente.

Zaragoza et al. (2023) muestran una serie de estudios y buenas prácticas transformadoras orientadas al trabajo en red y a la conexión entre la institución universitaria, el ecosistema educativo y el territorio. Los autores hacen referencia a la tercera Conferencia Mundial de Educación Superior 2022 de la UNESCO (WHEC2022),

en la que se enfatiza “la necesidad de crear sistemas de educación superior más abiertos, inclusivos, equitativos y colaborativos para abordar los desafíos de nuestro tiempo”.

Civís y Díaz-Gibson (2021) presentan la validación de la herramienta NetEdu, diseñada para promover el capital social de las redes de organizaciones educativas y sociales en un territorio. Esta herramienta se fundamenta en cinco dimensiones clave: colaboración, transversalidad, horizontalidad, corresponsabilidad e innovación.

Whittaker y Montgomery (2022) argumentan que se requieren modelos de liderazgo que incorporen sistemas de recompensa evolucionados, los cuales apoyen el esfuerzo y las innovaciones tanto a nivel institucional como colectivo, priorizando la comunidad y la sostenibilidad. En este sentido, sus aportes se centran en cuatro enfoques de liderazgo, entre los que destaca el liderazgo colectivo, entendido como un modelo basado en contribuciones distribuidas entre múltiples personas. Este enfoque resulta fundamental para el desarrollo del ecosistema educativo, ya que permite empoderar a los docentes para que, además de su función pedagógica, asuman un rol activo como asesores académicos dentro del sistema.

Malia et al. (2023) presentan una aplicación de tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada orientada al fortalecimiento de capacidades técnicas en el ámbito educativo, con el objetivo de potenciar el aprendizaje constructivo. Los autores examinan un modelo de enfoque para el diseño instruccional y el desarrollo de un ecosistema educativo virtual. Asimismo, destacan que dicho modelo incluye una evaluación especializada tanto de estudiantes individuales como de grupos pequeños.

Boyanova y Sapundzhiev (2024) desarrollan un análisis sobre las dimensiones valorativas, normativas y prácticas de los paradigmas sociales hacia los ecosistemas educativos. En su investigación, identifican las características fundamentales que unifican

a la educación como ecosistema socialmente determinado. Los autores clasifican el funcionamiento de estos ecosistemas en dos grandes dimensiones: características sistémicas-estructurales y características sistémico-funcionales.

Ribas et al. (2024) se centran en la construcción de un ecosistema socioeducativo desde el enfoque de los fondos comunitarios de conocimiento e identidad en Cataluña-España. Este aporte resulta fundamental, ya que se emplean diferentes espacios físicos dentro de una comunidad como, por ejemplo, un sitio arqueológico, que se convierte en un recurso mediador que promueve conexiones entre personas y oportunidades de aprendizaje.

En cuanto a los fondos comunitarios de conocimiento e identidad, Esteban-Guitart (2023) señala que “se refirieren a los cuerpos de conocimiento, habilidades e identificaciones personales/sociales acumulados históricamente y desarrollados culturalmente, los cuales se encuentran arraigados en espacios geográficos particulares, instituciones sociales o cualquier recurso educativo disponible en una comunidad”.

Este enfoque resulta relevante para la presente investigación, ya que el entorno específico en el que se desenvuelve el estudiante de manera individual, como sus costumbres y arraigos culturales, es desconocido para el docente, tal como lo argumentan Ribas et al. (2024). Por este motivo, el Ecosistema Educativo Inteligente propuesto extrae las necesidades del entorno particular en el que se encuentra el estudiante, para conectarlas con las necesidades formativas que realmente requiere, las cuales el estudiante percibe a partir de su contexto.

Semenov (2024) fundamenta su investigación en la premisa de que “la rápida expansión del entorno educativo, la aparición de nuevos actores y proveedores de servicios educativos, indican cambios en el panorama institucional de la educación de adultos y el desarrollo de ecosistemas educativos”. Además, argumenta que, a nivel mundial, existe

una creciente demanda de cerrar la brecha de cualificación y recuperar a una parte significativa de los adultos mayores. En este contexto, considera relevante concentrar su estudio en la educación continua de adultos, tanto formal como informal, a partir de la economía de plataformas.

En cuanto al uso de la inteligencia artificial, y considerando el filtro en Web of Science (WoS), se evidencia que la literatura sobre “Educational Ecosystems” está orientada a la creación de estrategias didácticas, estrategias de evaluación, contenidos, rendimiento académico, entre otros temas. Un ejemplo relevante es el aporte de Shahzad et al. (2024), quienes realizan un estudio sobre la percepción de los estudiantes acerca del impacto positivo de la inteligencia artificial en la era del aprendizaje inteligente.

Merchán et al. (2024) desarrollan una síntesis crítica de los desafíos y oportunidades de la educación musical asistida por inteligencia artificial. Por su parte, Buslim et al. (2023), emplean técnicas de Machine Learning para mejorar la precisión del rendimiento del modelo predictivo en el proceso de selección de becas dados los grandes volúmenes de datos de estudiantes universitarios.

Bratić et al. (2020) destacan el papel de la plataforma interactiva ASQ en la impartición de cursos como herramienta educativa, evaluando el proceso significativo de los estudiantes a través de su participación. Además, los autores afirman que este tipo de prácticas innovadoras impulsa el progreso en los ecosistemas educativos. No obstante, la base de datos analizada carece de literatura que aborde la construcción de ecosistemas educativos inteligentes autoorganizados para la educación personalizada en las IES mediante IA y procesamiento de lenguaje natural.

En materia de innovación educativa, clúster verde, Civís y Díaz-Gibson (2024) desarrollan un estudio sobre la implementación de la herramienta SchoolWeavers en

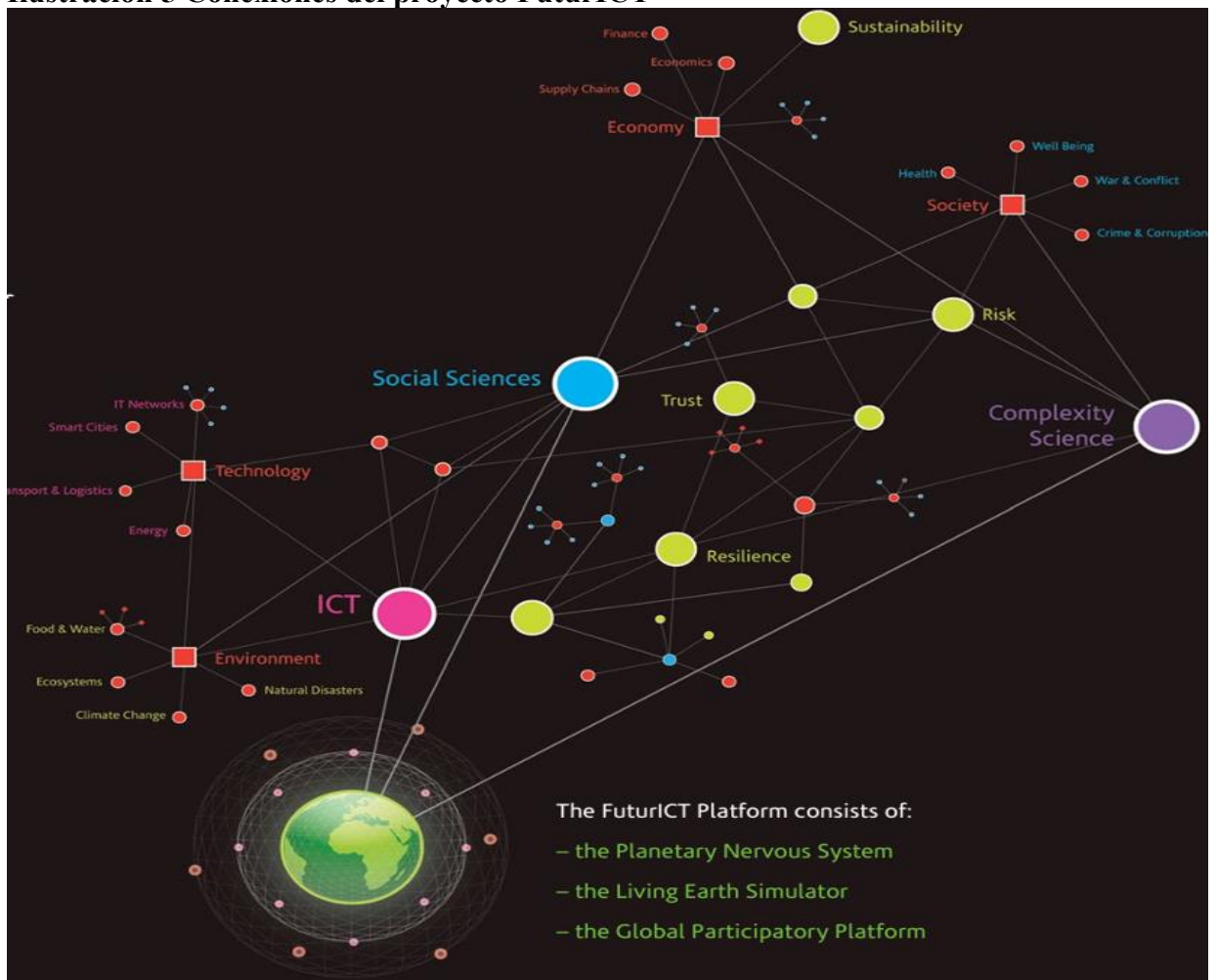
Cataluña, que es una herramienta en línea diseñada para promover el liderazgo dentro de los ecosistemas educativos, fomentando la colaboración para mejorar el aprendizaje y el bienestar. Aborda temáticas como: la empatía, la confianza, el propósito compartido, la innovación, la colaboración, la equidad y el aprendizaje personalizado.

Por su parte, Herr (2016) aborda la necesidad de convergencia y emergencia en los ecosistemas educativos nano-STEAMS. STEAMS hace referencia a Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Este aporte es crucial para la investigación, porque la educación STEAMS se define por su carácter interdisciplinar y es adaptable al contexto global marcado por la rápida evolución tecnológica. En este sentido, Herr (2016) muestra que estos modelos aprovechan la interdependencia y el apoyo mutuo de todos los actores clave dentro de la cadena de suministro educativo.

Altinyelken et al. (2012) desarrollan la hipótesis de que el modelo educativo con mayores perspectivas es el constituido únicamente por sistemas educativos como actores a nivel global, con el fin de contribuir al desarrollo de políticas públicas encaminadas a la educación. En su investigación, identifican cinco modelos en el ámbito educativo: modelos con un solo actor (gobierno); modelos complementados con las actividades de actores no gubernamentales; modelos que consideran el desarrollo del papel y el estatus de los actores no gubernamentales; modelos que reflejan el progreso de la innovación tecnológica; y la construcción de modelos con el estatus de los actores en los ecosistemas educativos, con un carácter supranacional. Este aporte resulta relevante para la investigación, porque podría determinar un alcance mayor del Ecosistema Educativo Inteligente, por la posibilidad de articular las capacidades de los diferentes actores del ecosistema educativo y propender por un carácter global.

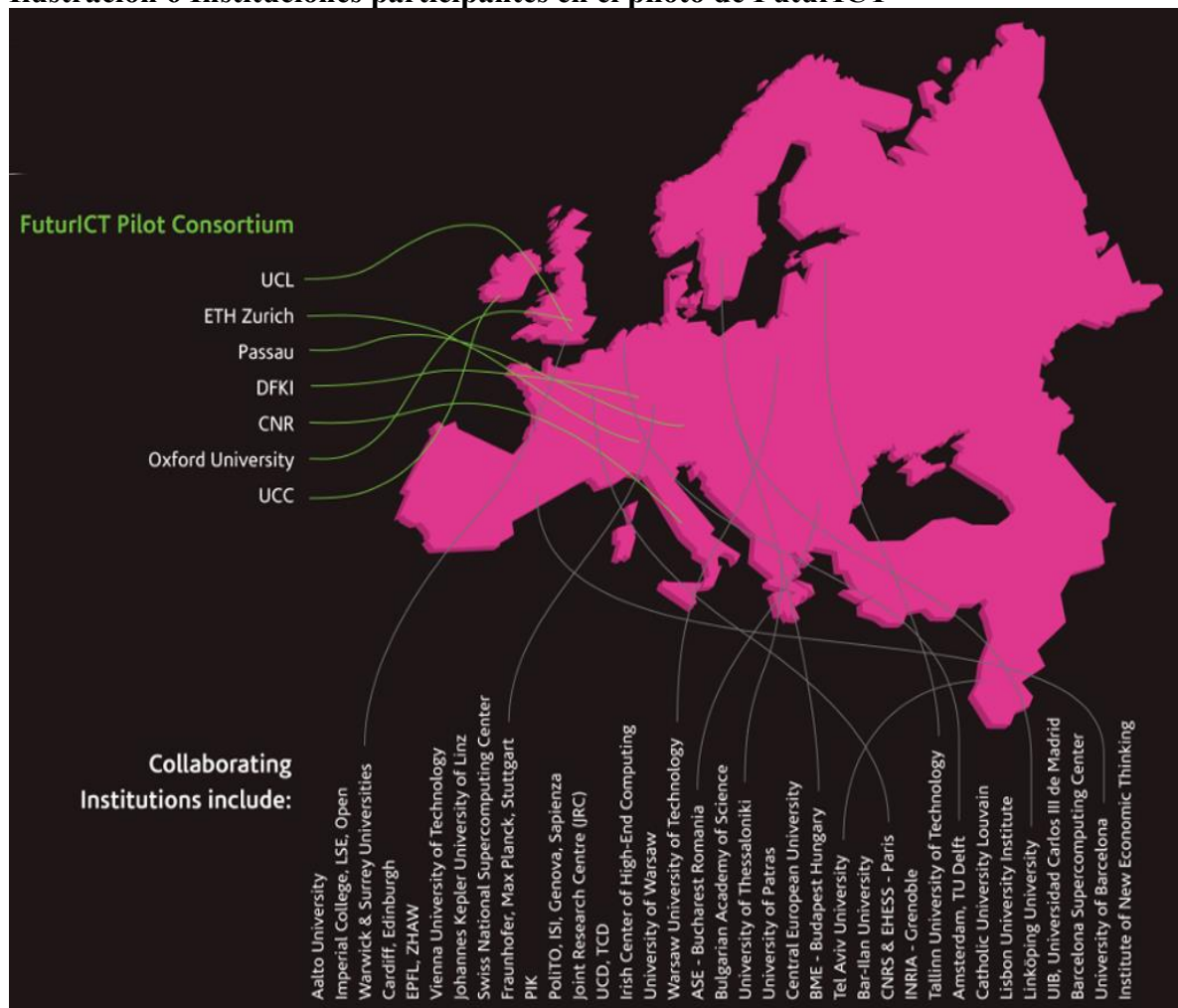
El trabajo de Johnson et al. (2020) es uno de los más cercanos a la presente propuesta desde el punto de vista estructural. En este sentido, los autores desarrollan el proyecto FuturICT, que, a través de esta plataforma, conecta las capacidades de investigación científica de diversas universidades de Europa con el fin de unificar esfuerzos para propender a la solución de diversos problemas sociales y servir como base para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas. Este proyecto, según los autores, “alineará la investigación de cientos de los mejores científicos de Europa a través de un programa de investigación de 10 años y 1.000 millones de euros”. El programa involucra un marco de simulación, visualización y participación de científicos, impulsando la creación de observatorios para detectar y mitigar crisis. A continuación, se muestra una captura de pantalla de las conexiones realizadas por la plataforma y el mapa de universidades que participan en el piloto.

## Ilustración 5 Conexiones del proyecto FuturICT



Fuente: Adaptado de: FuturICT, Global Computing for our Complex World. Captura de pantalla del 27 de febrero de 2025. Disponible en: [https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/10/FuturICT\\_5p\\_Project-Summary-WITH-LOGOS.pdf](https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/10/FuturICT_5p_Project-Summary-WITH-LOGOS.pdf)

## Ilustración 6 Instituciones participantes en el piloto de FuturICT



Fuente: Adaptado de: FuturICT, Global Computing for our Complex World. Captura de pantalla del 27 de febrero de 2025. Disponible en: [https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/10/FuturICT\\_5p\\_Project-Summary-WITH-LOGOS.pdf](https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/10/FuturICT_5p_Project-Summary-WITH-LOGOS.pdf)

Por su parte, Davis et al. (2013) centran su investigación en aspectos pedagógicos y curriculares, enfocándose en la revisión de las reestructuraciones radicales que surgen de la “coevolución de la educación y las tecnologías digitales en los sistemas escolares”. En este sentido, los autores realizan estudios de caso en Nueva Zelanda y Estados Unidos, evidenciando la transformación del aprendizaje combinado y en línea.

Grijalva-Verdugo y Medel (2022) desarrollan su investigación a partir de los retos que enfrenta la innovación educativa en las IES a nivel internacional, particularmente en aspectos como la infraestructura, la habilitación y la capacitación para la gestión de los ecosistemas educativos actuales. Al igual que Davis et al. (2013), su estudio se enmarca en la gestión curricular y pedagógica dentro de los sistemas educativos. En la misma línea, Rocha y Casanova (2023) aportan un análisis sobre el potencial de los recursos digitales en la enseñanza de la escritura creativa en inglés en entornos colaborativos, identificando buenas prácticas en el uso de herramientas digitales. Asimismo, Dillenbourg (2008) describe el uso de tecnologías en los ecosistemas educativos y su integración en las actividades pedagógicas del docente.

Estos aportes resultan relevantes para la presente investigación, ya que la sostenibilidad del ecosistema educativo inteligente depende en gran medida de las buenas prácticas docentes y de la interacción entre los diferentes actores de la cadena de valor educativa, particularmente docentes y estudiantes. Las investigaciones referenciadas ofrecen estrategias valiosas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en contextos donde confluyen estudiantes de diversos programas de pregrado en una misma asignatura, así como aquellos con intereses formativos particulares que no necesariamente están inscritos en un programa académico formal.

Manzoor et al. (2019) proponen una solución innovadora para lograr la interoperabilidad entre herramientas educativas. En este sentido, presentan un estudio de caso de dos grandes ecosistemas educativos que implementan el estándar *Learning Tools Interoperability* (LTI), el cual permite el intercambio cruzado de materiales educativos. Esta herramienta representa una opción factible para las Instituciones de Educación Superior (IES) que se integren al Ecosistema Educativo Inteligente, ya que facilita el

intercambio y aprovechamiento de recursos educativos por parte de toda la comunidad participante.

Bernal-Guerrero et al. (2023) presenta una reflexión fundamental por intermedio de su trabajo para la construcción del Ecosistema Educativo Inteligente, para que sea más humano y centrado en la persona, en el estudiante. Ellos demuestran, que la educación privada, en especial lo que ellos denominan Educación Emprendedora que hace referencia a las plataformas de aprendizaje para el desarrollo de habilidades y crecimiento personal.

Lu y Wu (2024) desarrollan una investigación centrada en el análisis de la evolución inteligente de los ecosistemas de información educativa desde la perspectiva de la teoría de sistemas, destacando el impacto de la inteligencia artificial en los sistemas educativos. Los autores proponen que los ecosistemas educativos deben entenderse como sistemas complejos, lo que los convierte en un sustento valioso para el desarrollo del Ecosistema Educativo Inteligente que aquí se propone.

Este estudio, de carácter teórico, plantea que el desarrollo de dichos ecosistemas debe apoyarse en una infraestructura centrada en inteligencia artificial, estructurada en tres niveles: (1) redes de percepción inteligente; (2) incorporación de aprendizaje profundo, grafos de conocimiento y procesamiento de lenguaje natural; y (3) sistemas modulares y configurables que permitan personalizar la enseñanza. Esta última idea se alinea con lo planteado por Maghsudi et al. (2021), quienes, basados en los avances significativos de la inteligencia artificial y el big data, sostienen que es posible generar recomendaciones más precisas sobre los contenidos programáticos, teniendo en cuenta las individualidades y experiencias previas de los estudiantes.

Adicionalmente, Lu y Wu (2024) subrayan la necesidad de crear estructuras dinámicas y colaborativas entre instituciones, lo cual también es respaldado por Otto y

Kerres (2022), quienes argumentan que, desde la perspectiva de la innovación del aprendizaje, resulta imprescindible aumentar la visibilidad de los recursos disponibles y desarrollar mecanismos inteligentes para fortalecer su interconexión. Estos autores emplean el término “ecosistema de aprendizaje” porque trasciende la dimensión espacial del aprendizaje y se centra en la diversidad de interacciones entre los actores.

Panke (2019) propone el uso del *design thinking* como una estrategia para impulsar la transformación educativa mediante interrelaciones dinámicas en diversos niveles académicos. Su investigación parte de una postura que respalda parte del problema de investigación planteado en esta tesis, al señalar que las universidades se enfrentan a una situación crítica que exige acciones rápidas, específicas y eficientes para afrontar los desafíos del futuro. En este contexto, el *design thinking* se presenta como una herramienta clave para lograr que las Instituciones de Educación Superior (IES) sean sostenibles a largo plazo.

## Capítulo 2. Metodología.

### Tipo de Investigación

La metodología se enmarca en un enfoque mixto, exploratoria explicativa y aplicada. El enfoque exploratorio implica la alineación de la información procedente de los tres agentes (estudiantes, universidades, mercado laboral), mediante herramientas de procesamiento de lenguaje natural e inteligencia artificial, mientras que el enfoque explicativo se muestra por la formulación y validación de un modelo teórico de interacción de dichas variables, sustentado en simulaciones computacionales y de las implicaciones en los distintos grupos de interés.

El enfoque aplicado busca resolver un problema real en el ámbito de la educación superior dados los costos asociados a la personalización de la educación, la demanda de los estudiantes, las necesidades del mercado laboral y las capacidades subutilizadas de las instituciones de educación superior. En este orden, el Ecosistema Educativo Inteligente se orienta a proponer una solución innovadora, fundamentada en evidencia conceptual, tecnológica y empírica a través de simulaciones en donde la Inteligencia Artificial se utiliza en distintos roles lo que permite utilizar datos sintéticos similares a los reales disponibles en los sistemas de información de las Universidades.

Por su parte, en cuanto a su naturaleza epistemológica, la tesis adopta una perspectiva desde la complejidad, la teoría general de sistemas, la microfundamentación de la economía colaborativa, la educación personalizada, inteligencia artificial y el procesamiento de lenguaje natural. Esta integración de enfoques y tecnologías permite comprender la interacción de los agentes que participan en el ecosistema y sus múltiples componentes: estudiantes, universidades y mercado laboral.

## Diseño metodológico

El diseño de la investigación se estructura en cuatro fases secuenciales y articuladas, orientadas a cumplir los objetivos específicos, validar las hipótesis y construir una solución aplicable en el marco de la educación superior.

### Fase 1. Caracterización del ecosistema educativo

Objetivo específico 1

Hipótesis 1 y 2

Esta fase se enfoca en la identificación de los elementos constitutivos del ecosistema y las relaciones esperadas entre los agentes. Para ello, se describe la metodología propuesta por Uribe (2021) en donde se sugiere la construcción de árboles temáticos por cada agente que participa en el sistema:

- a. Árbol temático 1. El estudiante, sus necesidades específicas de formación y sus capacidades iniciales
- b. Árbol temático 2. La IES y sus capacidades. (La IA Generativa construye los contenidos programáticos de las asignaturas de un programa específico).
- c. El contexto: las competencias requeridas por el mercado laboral y proporcionadas por la inteligencia artificial.

### Fase 2. Construcción del modelo teórico

Objetivo específico 2

Hipótesis 2

A partir de los insumos de la fase 1, se construye un modelo conceptual que explique la interacción entre tres dimensiones clave del ecosistema: necesidades, capacidades y perfiles laborales. Se utilizará representaciones en red y la representación vectorial de las variables, así como la construcción del modelo integrado de la función de formación óptima.

### Fase 3. Diseño de la arquitectura funcional del ecosistema

Objetivo específico 3

Hipótesis 1 y 2

En esta fase se materializa el modelo teórico en una arquitectura funcional, donde se definen los algoritmos que dan vida al ecosistema educativo inteligente. En esta fase se incorporan. Esta arquitectura constituye el prototipo conceptual del ecosistema propuesto.

### Fase 4. Simulación y análisis de escenarios

Objetivo específico 4

Hipótesis 1 y 2

Finalmente, se desarrollan simulaciones computacionales del ecosistema para analizar su comportamiento bajo diferentes escenarios:

- Diversos tipos de estudiantes
- Variaciones en la oferta institucional
- Diversas necesidades de formación

Como resultado de estas simulaciones se evaluarán indicadores como el grado de personalización, el nivel de aprovechamiento de las capacidades y el surgimiento de conexiones (capacidades) no evidentes. Esto permitirá explorar las implicaciones proyectadas del ecosistema sobre las instituciones de educación superior.

### Operacionalización de variables clave

En este apartado se definen las variables centrales del estudio, sus dimensiones, su medición y el vínculo con los objetivos e hipótesis. En este caso, al tratarse de un diseño complejo en el que se integran distintos enfoques y tecnologías como se indicó en el diseño metodológico, la operacionalización de las variables incorpora un enfoque semántico, estructural y funcional, más allá de una medición cuantitativa.

## Personalización del aprendizaje

### Definición conceptual:

Se refiere a la capacidad del ecosistema educativo inteligente para adoptar trayectorias de formación con base en las necesidades, aspiraciones y competencias previas de los estudiantes, utilizando IA y PLN.

### Indicadores:

Similitud de coseno entre las necesidades del estudiante y los contenidos ofrecidos por las IES.

### Fuente de datos:

Simulación de decisiones formativas personalizadas.

## Aprovechamiento de capacidades institucionales

### Definición conceptual:

Nivel en el que el ecosistema logra utilizar de forma estratégica las capacidades existentes en una IES representadas en la oferta académica disponible y obligatoria de los programas de pregrado y posgrado.

### Indicadores:

Diversidad de programas y asignaturas involucradas en las simulaciones.

Nivel de coincidencia entre capacidades mapeadas y necesidades detectadas.

### Fuente de datos:

Análisis de malla curricular de los programas de pregrado y posgrado y los contenidos programáticos de las asignaturas.

## Descubrimiento de capacidades no evidentes

### Definición conceptual:

Capacidad del ecosistema para identificar conexiones entre asignaturas que no habían sido previamente consideradas, pero cuya relación da lugar a una nueva oferta educativa. A su vez, esta nueva oferta, al conectarse con otras asignaturas, genera nuevas posibles combinaciones, configurando un sistema cuyo alcance puede ampliarse significativamente en función del número de interacciones que se produzcan.

### Indicadores

Número de combinaciones generadas entre asignaturas dada una oferta disponible cuya combinación generan una nueva oferta educativa.

### Fuente de datos:

Contenidos programáticos de las asignaturas de los programas de pregrado de una institución de educación superior, elaborados mediante inteligencia artificial, siguiendo una estructura y nivel de detalle análogos a los presentes en la oferta educativa de programas de pregrado y/o posgrado.

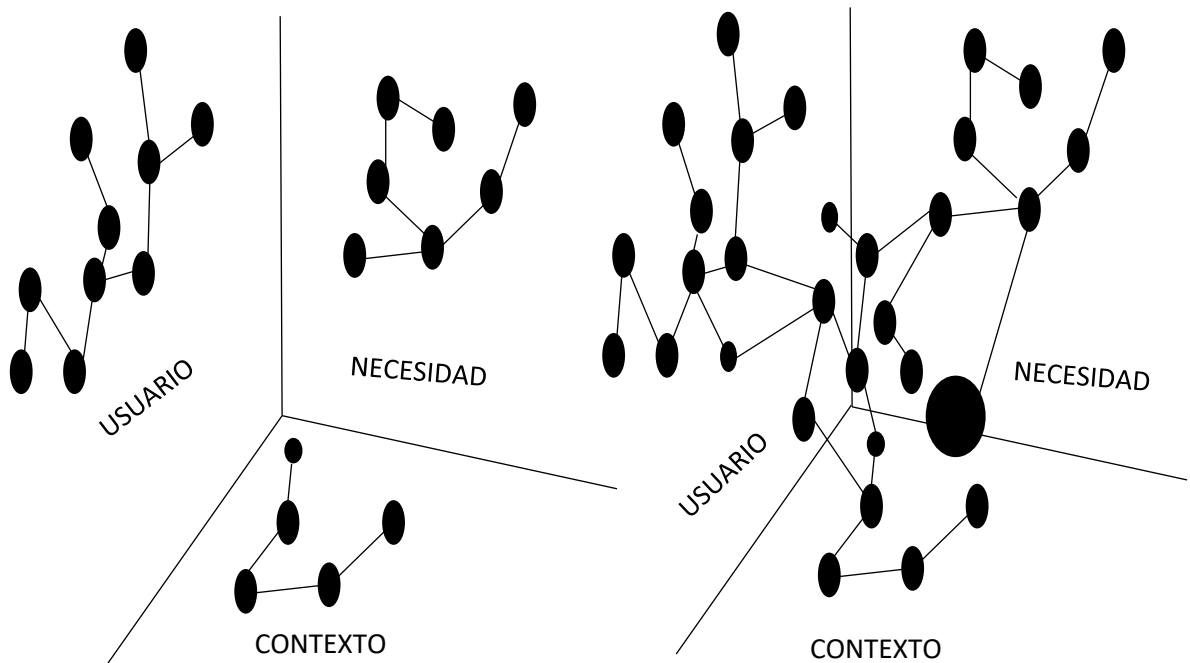
Tabla 1 instrumentos y técnicas con cada objetivo específico

Objetivo específico	Técnicas computacionales específicas	Fuentes de datos
<p><b>1. Caracterizar los elementos constitutivos de un ecosistema educativo inteligente y autoorganizado, a partir del análisis de las necesidades del estudiante, las capacidades institucionales de las IES y los perfiles laborales requeridos.</b></p>		<p>Datos sintéticos generados por GPT-4 con los perfiles de los estudiantes de acuerdo con la información que se encuentra en las bases de datos institucionales (admisiones) – Perfiles laborales de LinkedIn</p>
<p><b>2. Construir un modelo teórico de interacción entre las necesidades del estudiante, las capacidades institucionales y los perfiles laborales, bajo un enfoque de sistemas complejos y articulado con técnicas de procesamiento de lenguaje natural.</b></p>		<p>De acuerdo con el modelo de Uribe (2021).</p>
<p><b>3. Diseñar la arquitectura funcional de un ecosistema educativo inteligente y autoorganizado, que permita personalizar el aprendizaje y optimizar el uso de las capacidades institucionales, tanto evidentes como no evidentes.</b></p>	<p>- Modelos de procesamiento de lenguaje natural generativos para creación de contenidos programáticos a través de la Api Key de Open AI - Integración de nodos en la red curricular utilizando el modelo de vectorización de textos de Open AI text embeddings 3 large.</p>	<p>- Plantillas institucionales de programas académicos - Contenidos actuales de pregrado y posgrado - Resultados de análisis de redes</p>
<p><b>4. Explorar los efectos proyectados del ecosistema educativo inteligente sobre la experiencia de aprendizaje y el uso de capacidades institucionales, mediante la simulación de escenarios comparativos.</b></p>	<p>Ver anexo Memoria descriptiva Software ELE-IA</p>	<p>Datos sintéticos generados por GPT-4 con los perfiles de los estudiantes de acuerdo con la información que se encuentra en las bases de datos institucionales (admisiones) – Perfiles laborales de LinkedIn. Plantillas institucionales de programas académicos - Contenidos actuales de pregrado y posgrado - Resultados de análisis de redes</p>

## Fase 1. Caracterización del ecosistema educativo

**Relaciones esperadas:** como se ha mencionado en la definición del problema, esta investigación conecta tres perspectivas o tres puntos de vista, el usuario (el estudiante y sus necesidades de formación), las capacidades de las IES y el contexto, que lo define las necesidades del mercado laboral. En este orden, Uribe (2021), realiza una aproximación al reconocimiento de los elementos de la situación del problema a partir de tres perspectivas para la observación y análisis de la situación problema: **usuario, necesidad y contexto**, en la que destaca, que esta observación se trata de una situación compleja como se representa en la siguiente ilustración:

**ILUSTRACIÓN 7 RECONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA**

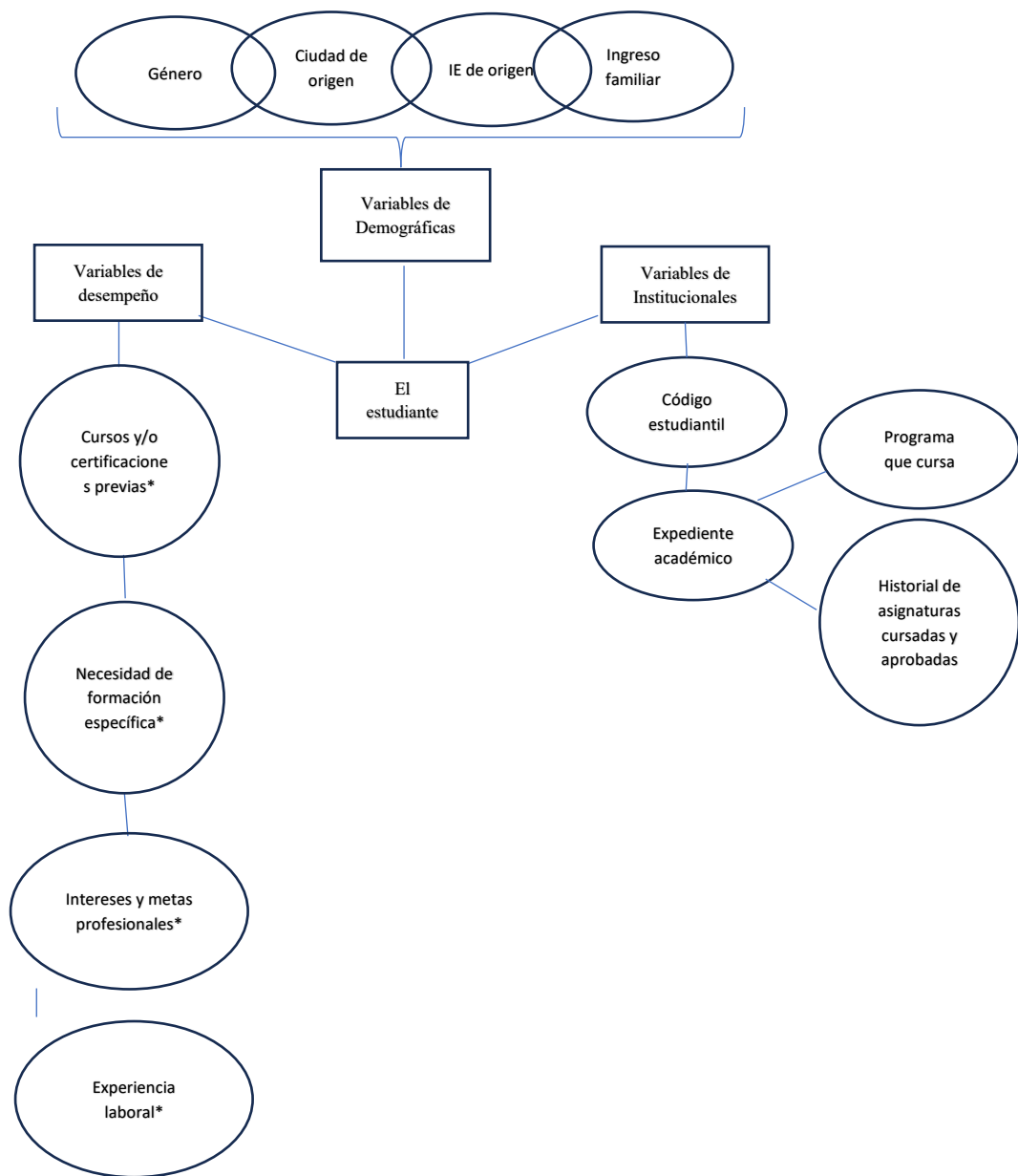


**Fuente: Adaptado de Uribe (2021).**

Con base en lo anterior, las relaciones esperadas dan como resultado un sistema complejo compuesto por  $n$  usuarios,  $j$  necesidades de formación en competencias específicas demandadas por el mercado laboral, e  $i$  capacidades ofrecidas por las IES por medio de los subsistemas que la componen. En este contexto, se identifican tanto relaciones cercanas y evidentes como relaciones distantes y no evidentes entre los programas ofrecidos por las IES. Para ejemplificar estas relaciones, una conexión cercana y evidente podría considerarse la conexión entre el programa de Finanzas y el de Economía, mientras que una conexión lejana y no evidente podría ser la que existe entre los programas de Economía y Criminalística que, aunque pueden existir estrechos lazos comunicantes entre sus contenidos, no son evidentes y requieren explorarse e identificarse plenamente. A continuación, se describen los elementos clave de este sistema utilizando la metodología de Uribe (2021), en la que sugiere la creación de árboles temáticos para “identificar, para cada situación problema, las variables que afectan para poder así entender, clasificar y, ante todo identificar sus relaciones que constituyen dinámicas propias del problema complejo”:

1. Árbol temático 1. El estudiante, sus necesidades específicas de formación y sus capacidades iniciales.

**ILUSTRACIÓN 8 ÁRBOL TEMÁTICO 1. DEFINICIÓN DE VARIABLE " NECESIDADES ESPECÍFICAS DE FORMACIÓN "**



Fuente: Adaptado de Pineda y Novoa (2019). Nota: \*Variables incorporadas por el autor.

Para definir esta variable, se toma como base la caracterización realizada por Pineda y Novoa (2019), quienes elaboraron un inventario de fuentes que incluyen: el Sistema Académico, una plataforma que gestiona la información académica de los estudiantes a lo largo de su proceso académico; la Oficina de Admisiones, que recopila datos socioeconómicos de los aspirantes y nuevos estudiantes vinculados a la institución; y las Historias Académicas, archivos que resguardan la documentación relacionada con el proceso de cada estudiante en cada unidad académica.

Además, se incorporan cuatro variables clave para la investigación: Cursos y/o certificaciones previas, necesidad de formación específica, intereses y metas profesionales y experiencia laboral. Estas variables permiten especificar la formación de cada estudiante, contribuyendo al objetivo de personalización de la educación.

El modelo de relacionamiento de las variables asociadas a atender las necesidades específicas de formación se describe como sigue:

$$necesiforespec_{ji} = habilprev_{ai} + Competencia_i + context_j$$

*necesiforespec<sub>ji</sub> = variable dependiente, necesidad específica de formación j del estudiante i*

*habilprev<sub>ai</sub> = habilidad previa a desarrollada por el estudiante i*

*Competencia<sub>i</sub> = competencia a desarrollar*

*context<sub>j</sub>*

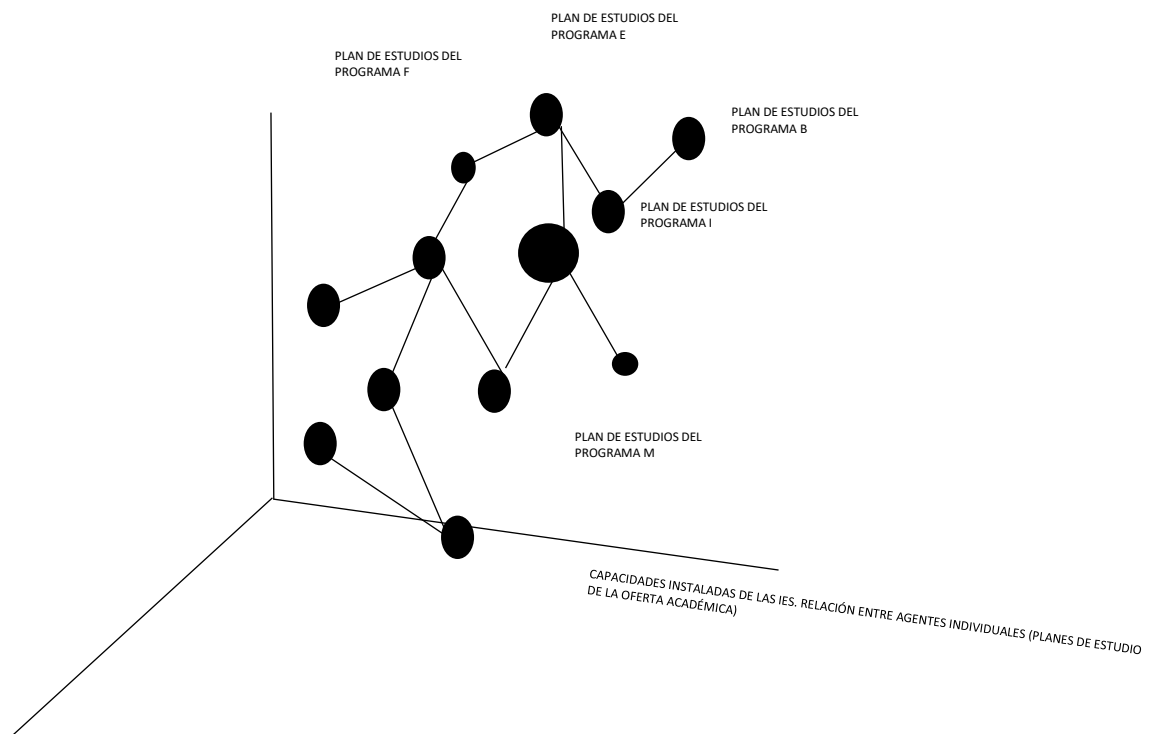
*= variable dependiente. Es una variable agregada que contiene la información de los perfiles de los diferentes sitios*

## 2. Árbol temático 2. La IES y sus capacidades.

Isaza et al., (2015) desarrollan un análisis de la literatura sobre el concepto de "capacidad". En primer lugar, destacan los debates existentes que distinguen entre capacidad y rendimiento, estableciendo que la capacidad se refiere al potencial para

realizar. En segundo lugar, organizan el concepto de capacidad en tres niveles de análisis: Capacidad Institucional, Capacidad Organizativa y Capacidad Individual. La Capacidad Organizativa se enfoca en el nivel meso, es decir, en las organizaciones y en las relaciones dentro de ellas. Este enfoque adaptado a las IES permite establecer relaciones entre capacidades o el potencial de realizar de los agentes individuales dentro de la organización, teniendo en cuenta que, la “Universidad”, se concibe como una institución compleja por las diversas culturas organizacionales como la disciplinares y la del establecimiento, (Miceli, 2018). En este orden, las relaciones entre los agentes individuales dentro de la IES se articulan por intermedio de las asignaturas que componen sus planes de estudio, y se establecen, una vez se identifica la competencia a desarrollar como se muestra en la siguiente ilustración y en el modelo de relacionamiento.

### ILUSTRACIÓN 9 RELACIONAMIENTO DE COMPETENCIAS ENTRE ASIGNATURAS DE LOS PLANES DE ESTUDIOS DE LOS PROGRAMAS DE LA IES



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Uribe (2021),

Modelo de relacionamiento de competencias entre materias de los planes de estudios de los programas:

$$\text{Competencia}_i = \text{compas}_{Ej} + \text{compas}_{Fk} + \text{compas}_{Il} + \dots + \text{compas}_{Mn}$$

$\text{Competencia}_i$  = variable dependiente.

Competencia requerida por el estudiante de acuerdo con la necesidad del mercado laboral

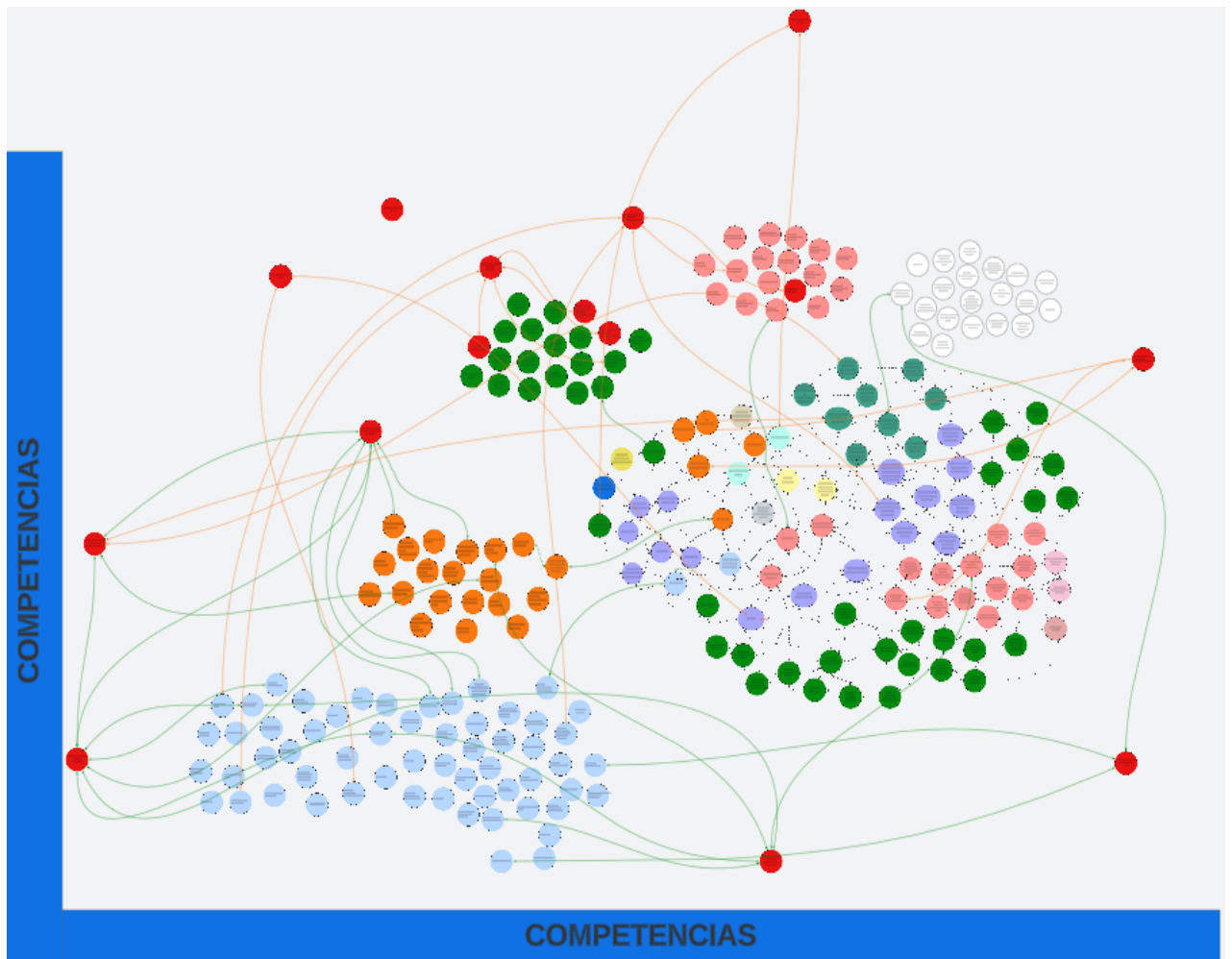
$\text{compas}_{Ej}$  = competencia desarrollada en la asignatura  $j$  del plan de estudios del programa  $E$

$\text{compas}_{Fk}$  = competencia desarrollada en la asignatura  $k$  del plan de estudios del programa  $F$

$\text{compas}_{Il}$  = competencia desarrollada en la asignatura  $l$  del plan de estudios del programa  $I$

$\text{compas}_{Mn}$  = competencia desarrollada en la asignatura  $n$  del plan de estudios del programa  $M$

### Ilustración 10. Red y relaciones entre capacidades de los agentes individuales de una Institución de Educación Superior



Fuente: Elaboración propia.

3. El contexto: las competencias requeridas por el mercado laboral y proporcionadas por la inteligencia artificial.

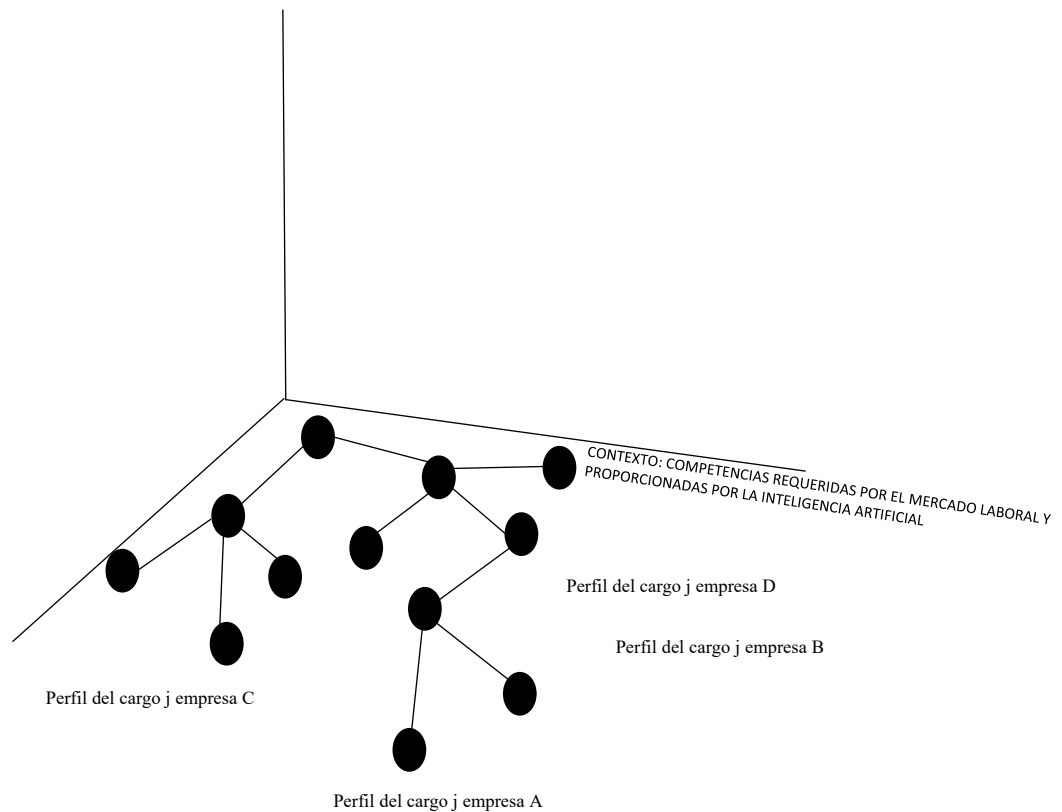
La variable contexto se refiere a la necesidad de las empresas en cuanto al desarrollo de habilidades necesarias que deben tener sus colaboradores para el cumplimiento de sus objetivos. Los algoritmos de búsqueda empleados se conectan con los portales como LinkedIn y otros sitios de empleabilidad para obtener información de las siguientes variables, y de otras, cuyo contenido puede estar en inglés o en español y se constituyen en una variable agregada denominada Perfil de mercado:

**Tabla 2 Variables incorporadas en un perfil laboral**

Acerca del empleo	Salario	Jornada
Cargo	Requisitos	Modalidad
Misión	Tipo de vinculación:	Job Description
Perfil del cargo	Ciudad	Qualifications
Experiencia	Departamento	Basic Qualifications
Aptitudes asociadas al empleo	Categoría: sector/actividad	Preferred Qualifications
Habilidades	Tipo de contrato	Additional Information
Sector	Sobre la empresa	Company Description
Educación		

Fuente: LinkedIn. (2025, enero 6). *Consulta de empleos*.

## ILUSTRACIÓN 11 RELACIONAMIENTO DE COMPETENCIAS ENTRE EMPRESAS QUE BUSCAN PERFILES SIMILARES



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Uribe (2021).

Modelo de relacionamiento entre empresas que buscan un perfil similar:

$$context_j = perfil_{jA} + perfil_{jB} + perfil_{jC} + perfil_{jD} + \dots + perfil_{jN}$$

$context_j$

= variable dependiente. Es una variable agregada que contiene la información de los perfiles de los diferentes sitios

$perfil_{jA}$  = variable que recoge la información del perfil J de la empresa A

$perfil_{jB}$  = variable que recoge la información del perfil J de la empresa B

$perfil_{jC}$  = variable que recoge la información del perfil J de la empresa C

$perfil_{jD}$  = variable que recoge la información del perfil J de la empresa D

.

.

.

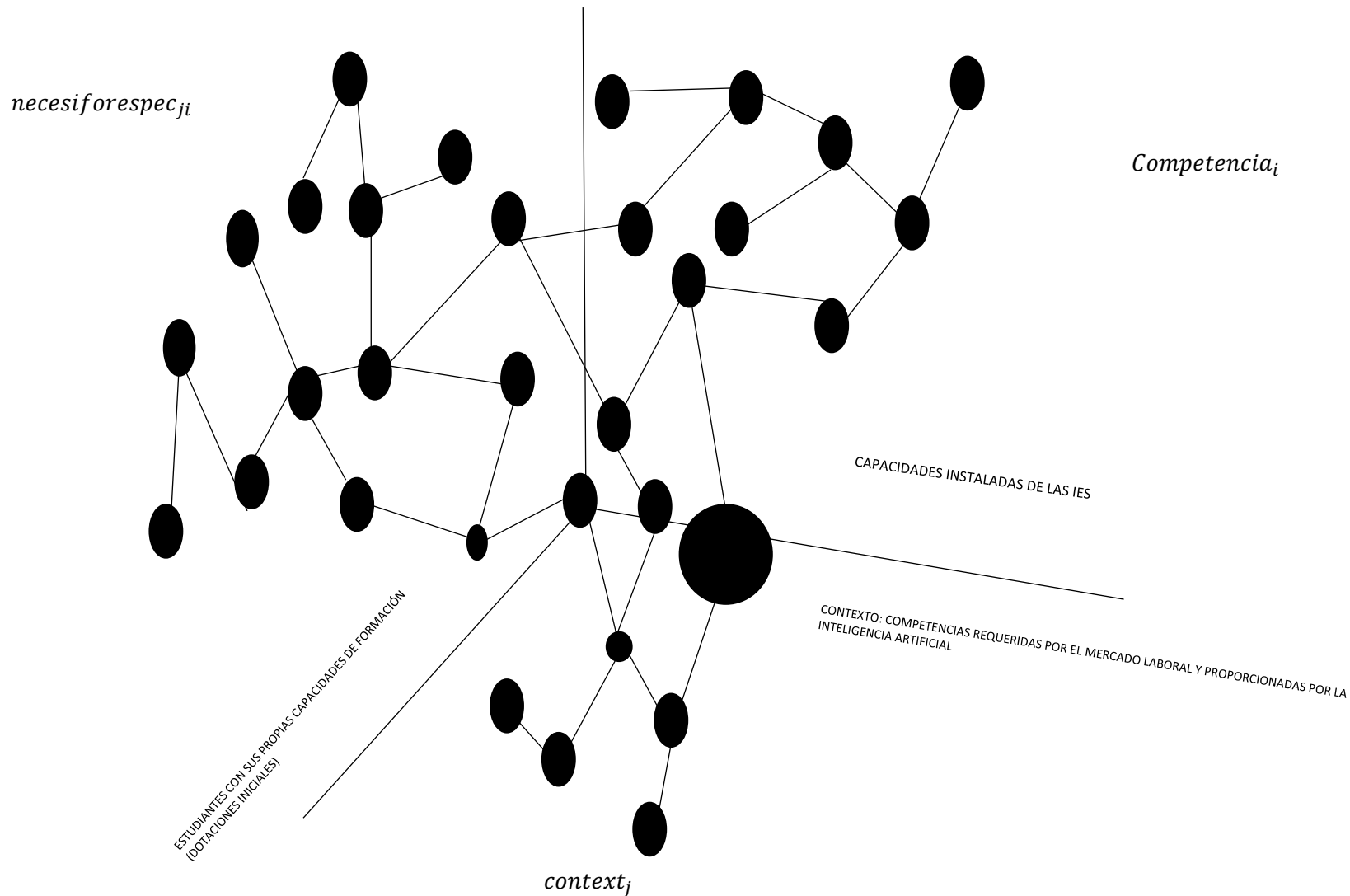
$perfil_{jN}$  = variable que recoge la información del perfil J de la n – ésima empresa

## Fase 2. Construcción del modelo teórico

### Relaciones del problema complejo

Una vez identificadas las relaciones para cada situación problema, se realiza la integración de los tres componentes, con el fin de identificar las relaciones entre cada situación problema como se observa en la siguiente ilustración y que obedece a un sistema de orden superior en el que abarcan varios subsistemas como lo define Jones (2014). De esta manera, Uribe (2021), destaca que, una vez se han analizado los árboles temáticos y la definición de los elementos relacionados en la complejidad, es posible acotar el problema o definir el problema a resolver y definir su solución. En este orden, el problema pasa de un orden superior, a un nivel particular que permite generar soluciones a cada necesidad planteada en el ecosistema. Por lo tanto, como se observa en la ilustración, la necesidad de formación específica del estudiante  $i$  es atendida por la suma de capacidades de los agentes para el desarrollo de la competencia  $i$  de acuerdo con el contexto  $j$ .

**ILUSTRACIÓN 12 RECONOCIMIENTO ENTRE LOS AGENTES INDIVIDUALES DENTRO DE UNA IES.**



Fuente: Adaptado de Uribe (2021).

Por su parte, y ante la necesidad de identificar las intenciones (ambigüedades entre los tres agentes), se utiliza PLN para identificar el interés de formación particular del estudiante empleando modelos de embedding con el fin de convertir las palabras en datos numéricos y con ello captar significados semánticos y relaciones entre palabras o frases como se describe en la relación de variables. En este orden, al representar los textos como vectores numéricos, se pueden utilizar operaciones de espacio vectorial como la suma, la resta y la similitud coseno para capturar y manipular las relaciones semánticas entre palabras y frases, (Uma, 2024).

#### Representación vectorial de las variables:

Definición de variables en notación vectorial del modelo de relacionamiento de las necesidades específicas de formación;

***habilprev\_ai***: Habilidad previa desarrollada por el estudiante *i*, representada como un vector:

$$\mathbf{h}_i \in \mathbb{R}^d$$

Donde *d* es la dimensión del vector

**Competencia\_i**: Competencia a desarrollar por el estudiante *i*, representada como un vector:

$$\mathbf{c}_i \in \mathbb{R}^d$$

**context\_j**: Contexto que contiene información de los perfiles de los diferentes sitios, representado como un vector:

$$\mathbf{x}_j \in \mathbb{R}^d$$

**necesiforespec\_ji**: Necesidad específica de formación *j* del estudiante *i*, representada como un vector:

$$\mathbf{n}_{ji} \in \mathbb{R}^d$$

El modelo original se describe como:

$$necesiforespec_{ji} = habilprev_a + Competencia_i + context_j$$

En notación vectorial, esto se traduce en:

$$\mathbf{n}_{ji} = \mathbf{h}_i + \mathbf{c}_i + \mathbf{x}_j$$

Donde:

- $\mathbf{n}_{ji}$  es el vector que representa la necesidad específica de formación.
- $\mathbf{h}_i$  es el vector que representa la habilidad previa.
- $\mathbf{c}_i$  es el vector que representa la competencia a desarrollar.
- $\mathbf{x}_j$  es el vector que representa el contexto

Definición de variables en notación vectorial del modelo de relacionamiento de competencias entre asignaturas de los planes de estudios de los programas:

**compas\_Ej**: Competencia desarrollada en la asignatura  $j$  del plan de estudios del programa  $E$ , representada como un vector:

$$\mathbf{c}_{Ej} \in \mathbb{R}^d$$

donde  $d$  es la dimensión del vector.

**compas\_Fk**: Competencia desarrollada en la asignatura  $k$  del plan de estudios del programa  $F$ , representada como un vector:

$$\mathbf{c}_{Fk} \in \mathbb{R}^d$$

**compas\_Il**: Competencia desarrollada en la asignatura  $l$  del plan de estudios del programa  $I$ , representada como un vector:

$$\mathbf{c}_{Il} \in \mathbb{R}^d$$

**compas\_Mn**: Competencia desarrollada en la asignatura  $n$  del plan de estudios del programa  $M$ , representada como un vector:

$$\mathbf{c}_{Mn} \in \mathbb{R}^d$$

**Competencia\_i**: Competencia requerida por el estudiante de acuerdo con la necesidad del mercado laboral, representada como un vector:

$$\mathbf{C}_i \in \mathbb{R}^d$$

El modelo original se describe como:

$$\text{Competencia}_i = \text{compas}_{Ej} + \text{compas}_{Fk} + \text{compas}_{Il} + \dots + \text{compas}_{Mn}$$

En notación vectorial se representa:

$$\mathbf{C}_i = \mathbf{c}_{Ej} + \mathbf{c}_{Fk} + \mathbf{c}_{Il} + \dots + \mathbf{c}_{Mn}$$

Donde:

- $\mathbf{C}_i$  es el vector que representa la competencia requerida por el estudiante.
- $\mathbf{c}_{Ej}$ ,  $\mathbf{c}_{Fk}$ ,  $\mathbf{c}_{Il}$ ,  $\mathbf{c}_{Mn}$  son los vectores que representan las competencias desarrolladas en las asignaturas de los diferentes programas.

Lo anterior se puede representar como la capacidad de la institución para ofrecer formación como un vector agregado de las competencias desarrolladas en sus asignaturas:

$$\mathbf{O}_j \in \mathbb{R}^d$$

Este vector es el resultado de la suma de las competencias desarrolladas en las asignaturas ofrecidas por la IES.

$$\mathbf{O}_j = \sum_{k=1}^K \mathbf{C}_{jk}$$

donde  $\mathbf{C}_{jk}$  es el vector de la competencia desarrollada en la asignatura  $k$  de la institución  $j$ .

Definición de variables en notación vectorial del modelo de relacionamiento entre empresas que buscan un perfil similar:

**perfil\_jA**: Información del perfil  $J$  de la empresa  $A$ , representada como un vector:

$$\mathbf{p}_{jA} \in \mathbb{R}^d$$

**perfil\_jB**: Información del perfil  $J$  de la empresa  $B$ , representada como un vector:

$$\mathbf{p}_{jB} \in \mathbb{R}^d$$

**perfil\_jC**: Información del perfil  $J$  de la empresa  $C$ , representada como un vector:

$$\mathbf{p}_{jC} \in \mathbb{R}^d$$

**perfil\_jD**: Información del perfil  $J$  de la empresa  $D$ , representada como un vector:

$$\mathbf{p}_{jD} \in \mathbb{R}^d$$

**context\_j**: Variable agregada que contiene la información de los perfiles de los diferentes sitios, representada como un vector:

$$\mathbf{x}_j \in \mathbb{R}^d$$

El modelo original se describe como:

$$context_j = perfil_{jA} + perfil_{jB} + perfil_{jC} + perfil_{jD} + \dots + perfil_{jN}$$

En notación vectorial, se representa como:

$$\mathbf{x}_j = \mathbf{p}_{jA} + \mathbf{p}_{jB} + \mathbf{p}_{jC} + \mathbf{p}_{jD} + \dots + \mathbf{p}_{jN}$$

Donde:

- $\mathbf{x}_j$  es el vector que representa el contexto agregado de los perfiles.
- $\mathbf{p}_{jA}, \mathbf{p}_{jB}, \mathbf{p}_{jC}, \mathbf{p}_{jD}, \mathbf{p}_{jN}$  son los vectores que representan los perfiles de las empresas  $A, B, C, D,$  y  $N,$  respectivamente.

### Modelo integrado

El modelo integrado combina todas las variables dependientes e independientes para determinar la **formación particular del estudiante** y que debe recibir mediante la combinación de las asignaturas ofertadas por la IES. El objetivo es encontrar una combinación de asignaturas que minimice la distancia entre:

- La necesidad de formación del estudiante  $\mathbf{n}_{ji}$
- La oferta educativa de la institución  $\mathbf{O}_j$
- El perfil óptimo que piden las empresas  $\mathbf{x}_j$

### Función de combinación:

Para representar la formación óptima que recibirá el estudiante  $i$  de la IES  $j$  dado el perfil  $m$  solicitado por las empresas se define el siguiente vector combinado  $f_{ijm}$ :

$$\mathbf{f}_{ijm} = \alpha \mathbf{n}_i + \varphi \mathbf{o}_j + \delta \mathbf{p}_m + \gamma \mathbf{h}_i + \varpi \mathbf{c}_i + \tau \mathbf{x}_j + \eta \sum_{k=1}^K \mathbf{C}_{jk} + \vartheta \sum_{l=1}^L \mathbf{p}_{jl}$$

Donde  $\alpha, \varphi, \delta, \gamma, \varpi, \tau, \eta, \vartheta$  son los pesos que muestran la importancia relativa de cada variable.

## Normalización y Similitud de Coseno

La Similitud de Coseno es una medida de similitud existente entre dos vectores en un espacio y su resultado estará limitado por un rango entre 0 y 1, cuya expresión se muestra a continuación:

$$\theta = \text{similitud} = \frac{\vec{u} \cdot \vec{v}}{|\vec{u}| |\vec{v}|}$$

Donde  $\vec{u}$  y  $\vec{v}$  son vectores cuyo producto escalar pueda ser cero, en este caso los dos vectores son perpendiculares, por lo tanto, el coseno de un ángulo de  $90^\circ$  es 0. Esto implica que la similitud de un documento con respecto a otro es cero. Por su parte, si el producto escalar es positivo, el coseno de un ángulo menor a  $90^\circ$ , es positivo, y en la medida que se acerque a 1 el nivel de similitud de un documento con respecto a otro será mayor. (Meneses-Eraso, 2024)<sup>13</sup>.

Normalizando el vector  $\mathbf{f}_{ijm}$  se representa como:

$$\mathbf{f}_{ijm}^{norm} = \frac{\mathbf{f}_{ijm}}{\|\mathbf{f}_{ijm}\|_2}$$

Donde  $\mathbf{f}_{ijm}$  es el vector combinado y  $\|\mathbf{f}_{ijm}\|_2$  es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los componentes del vector (norma euclidiana).

---

<sup>13</sup> Este modelo fue empleado en la investigación denominada: Tendencia de investigación del planeamiento urbano y su relación con la inteligencia artificial. Este artículo fue aceptado como trabajo de grado de la maestría en Economía Urbana y Regional en la Universidad Sergio Arboleda y es una derivación de la presente investigación

Para calcular la combinación de asignaturas más adecuada, se calcula la similitud de coseno entre el vector combinado  $\mathbf{f}_{ijm}^{norm}$  y los vectores de las competencias desarrolladas en las asignaturas  $\mathbf{C}_{jk}$ .

### Fase 3. Diseño de la arquitectura funcional del ecosistema

#### Descripción general:

El software ELE-IA está diseñado con una arquitectura modular, compuesta por una interfaz de usuario, un motor de procesamiento basado en Inteligencia Artificial un sistema de certificación, un sistema de gestión de datos y un conjunto de servicios de comunicación que permiten la interacción entre los distintos módulos.

El motor de procesamiento recibe como insumo los contenidos programáticos pertenecientes a las asignaturas que conforman los planes de estudios de los programas universitarios, técnicos, tecnólogos, pregrado y posgrado. Además, incorpora los perfiles de cargos laborales procedentes de fuentes como LinkedIn o de algún repositorio de perfiles y las necesidades de formación individual de cada estudiante.

A partir de esta información, los datos recibidos se convierten en vectores a través de modelos de embeddings. Luego se aplican algoritmos de similitud, como la similitud de coseno, la distancia euclidiana y la similitud de coseno promedio. Esta última se calcula comparando la similitud de coseno del requerimiento del estudiante y la del mercado laboral, con el objetivo de identificar las asignaturas que mejor respondan a los dos requerimientos y puedan ser recomendadas al estudiante como parte de su formación óptima.

De igual manera, el software implementa técnicas de reducción de dimensionalidad mediante Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés). Esta técnica

permite proyectar en un espacio bidimensional los vectores de alta dimensión correspondientes a: los programas académicos, las asignaturas de los programas académicos, las asignaturas más relevantes que conducen a la formación optima, el contenido programático generado para dicha formación a partir de la combinación de las mejores asignaturas (las de mayor similitud de coseno promedio), las habilidades previas del estudiante y el perfil del cargo en un campo específico, el perfil de ingreso, el perfil de egreso, el perfil ocupacional, así como los requerimientos de formación del estudiante y del mercado laboral.

Como resultado, se genera un gráfico de dos dimensiones el cual facilita la visualización comparativa y el análisis de proximidad entre las distintas variables, apoyando así el proceso de asesoría académica personalizada, contribuir en los ajustes curriculares y mejorar la alineación de los perfiles laborales de los estudiantes.

Por su parte, el sistema de gestión de datos se encarga de la recolección, almacenamiento, estructuración, acceso y mantenimiento de los datos utilizados por el motor de procesamiento basado en IA. Este sistema opera con estructuras de bases de datos relacionales y/o no relacionales, y permite la integración eficiente de información proveniente de distintas fuentes, como: contenidos programáticos, perfiles académicos y laborales, necesidades individuales de formación y resultados de procesamiento algorítmico.

## Componentes clave

### Capa de Presentación (Visualización)

Esta capa traduce los resultados numéricos y textuales a formatos comprensibles por el usuario. Permite visualizar la correspondencia de su perfil actual con lo requerido

por el mercado laboral. En este sentido, a partir de su necesidad de formación, el usuario puede visualizar la combinación de las asignaturas más adecuadas disponibles en el ecosistema, las cuales pueden contribuir al desarrollo de su perfil profesional. Asimismo, la interfaz facilita la presentación de los contenidos programáticos de cada asignatura y su ruta de aprendizaje optimizada a sus dotaciones iniciales.

Visualización gráfica de la similitud vs. distancia euclidiana: Utiliza gráficos de dispersión o mapas de calor para representar la cercanía entre los contenidos de las asignaturas, perfiles estudiantiles y requisitos del mercado laboral, basándose en la similitud de los embeddings y la distancia euclidiana calculada.

Visualización gráfica de las conexiones e interacciones: Presenta las relaciones entre las necesidades formativas (como el perfil de un cargo laboral) y las asignaturas recomendadas. Esta visualización también incluye una combinación ponderada de factores relevantes, como los intereses del estudiante, las áreas de estudio y los requisitos del mercado laboral.

Visualización del contenido programático de cada asignatura relevante para la formación óptima, así como el contenido general conformado por la combinación de las asignaturas más relevantes. Cabe destacar que esto no implica la transcripción literal de cada contenido, sino la integración y combinación de los contenidos programáticos de las asignaturas más relevantes, realizada mediante técnicas de inteligencia artificial.

Visualización gráfica de las conexiones e interacción del vector del problema de investigación y la combinación ponderada de factores relevantes como capacidades de investigación, líneas de investigación, grupos e investigadores de diferentes centros e instituciones.

Impresión de resultados clave: Los resultados clave, como los contenidos generados para las asignaturas, las simulaciones de planes de estudio y las métricas de alineación entre el perfil estudiantil y el mercado laboral, se presentan de forma clara para el usuario.

### Capa de Lógica de Negocio (Procesamiento y Reglas)

Esta capa integra todos los factores relevantes (estudiantiles, institucionales, empresariales) aplicando reglas y ponderaciones definidas para construir el vector de formación óptima ( $f_{ijm}$ ). También realiza comparaciones entre esta formación y el contexto laboral, mediante métricas como la similitud de coseno y la distancia euclidiana.

Cálculo de Similitud de Coseno entre Vectores: Compara los embeddings generados de asignaturas, perfiles estudiantiles y requisitos del mercado laboral para calcular la similitud y determinar la relación más adecuada.

Modelado del Vector de formación óptima: Genera el vector de formación óptima basado en una combinación ponderada de factores relevantes como los intereses y capacidades del estudiante, la demanda del mercado laboral y la oferta educativa de las IES.

Cálculo de Similitud y Distancia entre la Formación Óptima, el Contexto del Mercado y la oferta académica disponible: Realiza comparaciones y conexiones entre los vectores de formación óptima, las competencias demandadas en el mercado y la oferta académica disponible, utilizando métricas como la similitud de coseno y la distancia euclidiana.

Entre mayores conexiones e interconexiones entre los elementos del sistema se genera más elocuencia y el sistema de recomendación de formación óptima e investigación adquiere mayor precisión

Los nodos generados a partir de las interrelaciones de las asignaturas y de las capacidades de investigación generan, a su vez, una nueva capacidad en el ecosistema, capaz de conectarse con otros elementos que lo componen. Así el ecosistema educativo inteligente va tomando nuevas formas y dinámicas de crecimiento.

Al vectorizar el perfil del estudiante (hoja de vida o currículum vitae), el sistema permite comparar su similitud y distancia con respecto al perfil de un cargo específico en el mercado laboral, facilitando así la identificación de sus necesidades de formación particular.

En este orden, es importante identificar la manera en que el ecosistema puede ser utilizado por diferentes actores del medio educativo como se muestra en el Apéndice 4.

#### Capa de Inteligencia / Servicios Cognitivos

Esta capa gestiona la interacción con modelos de procesamiento de lenguaje natural, permitiendo generar texto estructurado y obtener representaciones vectoriales de entradas textuales (embeddings). Su función es capturar conocimiento a partir de instrucciones en lenguaje natural y traducirlo a formatos computables.

Generación de embeddings a partir de texto mediante el modelo text-embedding-3-large o text-embedding-ada-02: Se generarán representaciones vectoriales para las asignaturas, permitiendo identificar de forma eficiente sus relaciones y conexiones en el contexto de la formación académica y las demandas laborales.

Generación de contenidos programáticos sintéticos para asignaturas usando gpt-4 que pueden ser graduados para disminuir la distancia y aumentar la similitud con los requerimientos del mercado y del estudiante.

Lectura de contenidos programáticos de las asignaturas correspondientes a los planes de estudios de los programas académicos que son diseñados por las mismas universidades, que con base a los modelos de embeddings, es posible visualizar las conexiones entre asignaturas de diferentes planes de estudio de la institución y de las instituciones aliadas.

Requerimientos de formación particular de los estudiantes. Los perfiles de estudiantes se analizan una vez que el estudiante o el asesor académico sube el historial académico a la plataforma. A partir de esta información, se identifican las habilidades previas y se conectan con las habilidades que se desarrollan en las asignaturas que le son más relevantes para su formación óptima. Estas asignaturas e interconexiones se presentan al usuario en el contexto de su formación profesional y necesidades particulares.

Perfiles laborales en el contexto del mercado: A través de los embeddings de los perfiles laborales, se podrá visualizar cómo las asignaturas relacionadas pueden mejorar la empleabilidad de los estudiantes, haciendo hincapié en las conexiones entre esas asignaturas. Para revisar la arti

### Capa de Datos (Simulación y Vectores)

Se encarga de crear representaciones numéricas de entidades clave del sistema (estudiantes, asignaturas, contexto institucional y empresarial). Esta capa permite simular vectores y conectarse con fuentes de datos reales o embeddings derivados de documentos institucionales, de los estudiantes y del mercado laboral.

Creación de representaciones vectoriales de asignaturas, considerando cómo se interrelacionan entre sí y con los perfiles laborales.

Simulación de vectores y conexiones: Las asignaturas se simulan en conjunto con sus relaciones, para entender mejor cómo se conectan entre ellas en el contexto de la necesidad formativa de los estudiantes y las demandas del mercado laboral.

Embeddings derivados de documentos: Se procesarán datos reales o creados con IA Generativa de asignaturas y del mercado laboral para construir embeddings que reflejan las conexiones de manera precisa.

### Capítulo 3. Resultados. Creación del Ecosistema Educativo Inteligente Autoorganizado. EIE-IA

#### Fase 4. Simulación y análisis de escenarios

##### Simulación 1. El inicio de EIE-IA

Como se mencionó anteriormente, OpenAI desarrolló un modelo de embedding con mayor rendimiento, multilingüe y de bajo costo. Text.embedding-3-small y Text.embedding-3-large con una longitud del vector de 1536 y 3072 respectivamente, (OpenAI. 2024). A continuación, se hace una simulación, inicial con el modelo text-embedding-ada-002, que es el antecesor del modelo Text.embedding-3-large, con el fin de revisar si los resultados cambian sustancialmente entre un modelo y otro. A continuación, se presentan los códigos con los dos modelos de embeddings generados por OpenAI, (2022) y por OpenAI, (2024).

En esta simulación, se sigue la metodología propuesta por Uribe (2021), en la que sugiere “la identificación, para cada situación problema, las variables que afectan para poder así entender, clasificar y, ante todo identificar sus relaciones que constituyen

dinámicas propias del problema complejo”. De acuerdo con lo anterior, la Inteligencia Artificial GPT-4 tomó diferentes roles de la cada situación problema: como un estudiante, un experto en diseño curricular y asesor académico y como un jefe de recursos humanos, conectando con la API de OPEN AI mediante una *api\_key* privada, para la generación de los contenidos afines a cada rol. En el apéndice 2, se muestran los boucher de uso de esta licencia.

El rol *de experto en diseño curricular y asesor académico* elaboró contenidos programáticos (Syllabus), iguales a los de un programa curricular de una IES. *El rol de estudiante* formuló un requerimiento de formación particular. Por su parte, *el rol de un jefe de recursos humanos* diseñó un perfil laboral con unas habilidades específicas, en este caso se realizó para el cargo de director de Transformación Digital. Al establecer las relaciones y las dinámicas propias de este contexto, se establecen las relaciones y se calcula la formación óptima (vector de formación óptima) que, finalmente, el rol de asesor académico utiliza, para generar una orientación al estudiante de lo que debe estudiar para obtener la habilidad acorde a la necesidad del mercado laboral y sus habilidades previas.

En este orden, y de acuerdo con lo presentado en el capítulo de la metodología, el contenido de la asignatura, la habilidad previa, el requerimiento del estudiante y la habilidad requerida en el mercado laboral, se representan como vectores que fueron generados aleatoriamente, y permite, en este sentido, medir el grado de similitud entre las variables, y de esta manera, recomendar la mejor alternativa de formación al estudiante como resultado de la función de optimización construida en el apartado anterior.

A continuación, se muestra el procedimiento escrito en código y los resultados:<sup>14</sup>

```
modelo="text-embedding-ada-002"
Configuración de la API de OpenAI
client = openai.OpenAI(api_key= "sk-proj-")

Función para generar embeddings usando OpenAI
def generar_embedding(texto, modelo="text-embedding-ada-002"):
    response = openai.Embedding.create(input=texto, model=modelo)
    return np.array(response['data'][0]['embedding'])

Definición de funciones para la representación vectorial de variables
def generar_vector(d):
    return np.random.rand(d)

.....
.....
.....

Similitud de coseno entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral y Distancia Euclidiana
similitud_asignatura_contexto = similitud_coseno(f_ijn, contexto_mercado_vector)
distancia_euclidiana = np.linalg.norm(contexto_mercado_vector - f_ijn)

Resultados
plt.figure(figsize=(6, 6))
plt.scatter(distancia , similitud_asignatura_contexto , color='b', marker='o', label="Asignatura vs. Mercado")
plt.xlabel("Distancia Euclidiana")
plt.ylabel("Similitud de Coseno")
plt.title("Similitud y Distancia Euclidiana entre la formación óptima f_ijn y el contexto_mercado ")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

Resultados
print("Vector de formación óptima (f_ijn):", f_ijn)
print("\nContenido Programático de la Asignatura:\n", diseno_asignatura)
print("\nSimulación de Requerimientos de Formación:\n", requerimientos_formacion)
print("\nCompetencias del Mercado Laboral:\n", competencias_mercado_texto)
print("\nSimilitud de Coseno entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral:",
similitud_asignatura_contexto)
print("\ndistancia:\n", distancia_euclidiana)
```

En la siguiente tabla se presentan los resultados: la creación del contenido, los requerimientos de formación y las competencias exigidas en el mercado laboral, el vector de formación óptima y se calcula la similitud de coseno entre la oferta educativa de la IES y las necesidades de formación y la distancia euclidiana entre los vectores.

---

<sup>14</sup> Algunos segmentos del código fuente no se muestran en la estructura debido a que se encuentran en proceso de registro de patente con la Universitat Politècnica de Valencia, estos se indican con los puntos suspensivos.

**Tabla 3 Resultados similitud de coseno utilizando "text-embedding-ada-002"**

Simulación de las Competencias del Mercado Laboral para un perfil de director de Transformación Digital:	Simulación de Requerimientos de Formación:	Contenido Programático de la Asignatura sintético:	Vector de formación óptima $f_{ijm}$
1. Título del Trabajo: Director de Transformación Digital	Como asesor académico, necesitaría inicialmente tener acceso a la información detallada del estudiante con la ID EST12345 para brindar una asesoría precisa. Sin embargo, basándome en suposiciones generales, el siguiente es un ejemplo de posibles requerimientos que podría necesitar un estudiante en una institución de educación superior:	Asignatura: Economía Digital Curso: Pregrado Duración: 1 semestre (15 Semanas)	Vector de formación óptima (f. $i_{jm}$ ): [0.91755461 1.60346673 1.55612411 1.65742798 1.50074746 1.22276127 2.02638382 1.66918528 1.11788424 2.0198643 1.36133392 1.67433583 1.16706372 1.35247604 1.53283417 1.16975162 1.22632531 1.3551713 1.42672709 1.43972125 1.48490024 1.43964116 1.37060307 1.47635866 1.3179765 1.57108697 1.76021318 1.50019642 1.64299668 1.29637607 1.75610606 1.2620798 1.23602573 1.6216751 1.34899264 1.33842104 1.57499959 1.60424684 1.16265045 1.45316989 1.14681524 0.65484939 1.18380181 1.64460076 1.62166823 1.40215657 0.8704965 1.25237958 1.14202543 1.87295889 1.32833328 1.62021913 1.73963377 1.01667309 1.27523431 1.26396045 1.49287417 1.43287681 1.54741858 1.56429103 1.158101 1.05233723 1.31882035 1.36002133 1.27522245 1.65479278 1.21657736 0.99778009 1.3651913 1.68569244 1.12893511 0.99620215 1.38369862 1.44913259 0.72340343 1.14207983 1.21707239 1.39727661 1.36080301 0.91945075 1.10621076 1.28786323 1.02598875 1.35582898 1.21905874 1.25417893 1.43248443 1.41110975 1.56758719 1.5807478 1.77322626 1.19011984 1.35657267 1.00948187 1.51120689 1.23883245 1.37637601 1.21515188 1.31460607 1.02861768 1.08257311 1.2458999 1.44047474 1.54521663 1.95311399 1.1560913 1.32596848 1.25104204 1.35428301 0.78514766 1.75373292 1.56081664 1.32753864 1.19656334 1.52227473 1.38145497 1.52087031 1.08811247 1.64490595 1.30257671 0.8869743 1.442054 1.41777996 1.26174367 1.3058005 1.10282513 1.67375665 1.17289741 1.76237032 1.4758954 1.24521756 1.19300046 1.32224706 1.43892481 1.10870906 1.16200978 0.87465081 1.49487365 1.08180034 1.19253271 1.1571726 1.31924399 1.47627829 1.92452477 1.41324604 1.27455396 1.31134956 1.78896226 1.24475167 0.99777968 1.47650657 0.96888967 1.4736081 1.67991694 1.28885295 1.36496531 1.01334233 1.61240773 1.30462711 1.64500828 1.22200183 1.43118781 1.50423676 1.1375435 1.38475779 1.49041478 1.49298559 1.42767958 1.46531924 1.70135671 1.01505148 1.01841332 1.54203766 1.33270573 1.31468176 1.70582613 1.4470264 1.40225877 1.24135806 0.91503116 1.11962564 1.66296719 1.42852365 1.1299802 1.50391914 1.57846484 1.50094446 1.28222651 1.3063035 1.16933778 0.94560498 1.22414834 1.02425513 1.12643234 0.94715096 1.2209141 1.21289366 0.83072161 1.54253782 1.28847003 1.31280329 2.01153876 1.36945928 1.64631938 1.37822039 1.0230801 1.4252114 1.32896181 1.84297992 1.09908276 1.62054976 1.37760373 1.31842471 1.41901448 1.11498638 1.49738352
2. Ubicación: Sede Central		Semana 1: Introducción a la economía digital	
3. Departamento: Tecnología de la Información		Objetivos:	
4. Descripción del trabajo:		Conocer los fundamentos de la economía digital.	
5. Estamos buscando un Director de Transformación Digital estratégico y visionario para liderar nuestra iniciativa de cambio digital en toda la organización. Este papel se centrará en identificar oportunidades para mejorar la eficiencia y la eficacia a través de la digitalización, y luego diseñar e implementar soluciones técnicas.	1. Admisión: Dependiendo del nivel de estudios que vaya a emprender el estudiante (licenciatura, maestría, doctorado), necesitará presentar documentos como su diploma de secundaria/preparatoria o título de licenciatura, así como notas o certificados de sus calificaciones anteriores.	Identificar los cambios principales traídos por la digitalización en los campos económicos.	
		Contenido:	
		Definición y características de la economía digital.	
		Evolución de la economía tradicional a la economía digital.	
		Semana 2-3: Los pilares de la economía digital	
		Objetivos:	
		Comprender los componentes principales de la economía digital.	
		Contenido:	
		La importancia del internet en la economía digital.	
		Comercio electrónico: beneficios, desafíos y acontecimientos legales.	
		Semana 4-5: Tecnologías emergentes en la economía digital	
		Objetivos:	
		Analizar las tecnologías emergentes y su impacto en la economía digital.	
		Contenido:	
		Big Data.	
		Inteligencia Artificial (IA) y aprendizaje automático (ML).	
		Blockchain.	
		Semana 6-7: La transformación digital de las empresas	
		Objetivos:	
		Entender cómo las empresas se están adaptando al mundo digital.	
		Contenido:	
		Estrategias de transformación digital.	
6. Responsabilidades:	2. Evaluación de Competencias: El estudiante puede necesitar demostrar ciertas competencias, según el programa de estudios que vaya a cursar. Por ejemplo, para un programa de ingeniería, puede ser necesario demostrar competencias en matemáticas y ciencias, mientras que un programa de lenguas puede requerir una prueba de competencia lingüística.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar e implementar una estrategia de transformación digital que se alinee con los objetivos comerciales de la empresa.</li> <li>Trabajar con múltiples partes interesadas para identificar oportunidades de mejora de procesos a través de la digitalización.</li> <li>Liderar la implementación y el cambio de gestión en torno a las iniciativas de transformación digital.</li> <li>Supervisar y administrar toda la arquitectura de la transformación digital, infraestructura y operaciones digitales.</li> <li>Implementar soluciones digitales eficaces y eficientes que mejoren la eficiencia operativa y la experiencia del cliente.</li> <li>Gestionar el presupuesto y asegurar la eficiencia de costos de todos los proyectos digitales.</li> <li>Mantenerse actualizado con las últimas tendencias de tecnología y adaptar</li> </ul>	3. Créditos Requeridos: Cada programa tiene un número específico de créditos que el estudiante debe obtener para completar su formación. Estos créditos se obtienen a través del cumplimiento de diferentes cursos dentro del programa.		
	4. Internados/Prácticas: Algunos programas pueden requerir que el estudiante participe en una pasantía o práctica en un ambiente profesional relacionado con su campo de estudio.		
	5. Proyecto de Tesis/Investigación: Para niveles avanzados de estudio (Máster, Doctorado), se podría requerir la presentación de una tesis original		

Simulación de las Competencias del Mercado Laboral para un perfil de director de Transformación Digital:	Simulación de Requerimientos de Formación:	Contenido Programático de la Asignatura sintético:	Vector de formación óptima $f_{ijm}$
	basada en una investigación en el campo de estudio del estudiante.	Incorporación de tecnologías digitales en los modelos de negocio.	1.32493432 1.61705604 1.50497021 1.17614204 1.00860944 1.76351728 1.33631224 1.07617787 0.75249045 1.12248903 1.44831644 1.90226303 1.39243615 1.43919338 1.39226795
	6. Requisitos Financieros: Las tasas de matrícula, los libros de texto, las herramientas de aprendizaje y los costos de vida son factores a tener en cuenta.	Semana 8-9: Economía de plataformas y modelos de negocio  Objetivos:  Analizar cómo las plataformas digitales han revolucionado el panorama empresarial.	0.98257099 1.14456409 1.49394584 1.21484633 1.32071884 1.79892581 0.84595706 1.20912002 1.44882733 1.45101713 1.14116333 1.12195332 1.18166288 1.20011249 1.62952511 1.3175639 1.53792637 1.29344044 1.56240325 1.54609348 1.8597097 1.5651817 1.45086224 1.56275114 1.1119099 1.20497787 1.61206441
	7. Asistencia y Participación: Por lo general, se espera que los estudiantes mantengan una asistencia constante y participen activamente en la vida académica y social de la institución.	Contenido:  Entender el concepto de la economía de plataformas. Modelos de negocio en la economía digital.	1.599565 1.02290126 1.25721438 1.25103862 1.1172057 1.37823725 1.55931709 1.10805742 1.42124877 1.38881313 0.57201019 1.1361151 1.59471174 1.33741319 1.32606668 0.70535991 0.95219276 1.35630064 1.32627472 1.2581894 0.85342127 1.35334042 1.72008474 0.93980936
	Obviamente, los requisitos específicos variarán según la institución y el programa de estudio elegido.	Semana 10-11: El papel de la regulación en la economía digital  Objetivos:  Analizar el rol de la regulación y las políticas públicas en la economía digital.  Contenido:  Necesidad de regulación en la economía digital. GDPR y otras políticas de privacidad y	0.83998073 1.63847929 1.36994778 1.41379805 1.52064507 0.74781949 1.34906906 1.35744292 1.80696298 1.34826876 1.54994611 1.76733518 1.61106929 1.08118269 1.34228219 1.1644187 1.62771394 1.27885258]
<b>Similitud de Coseno:</b>			0.8587115626878906
<b>Distancia Euclidiana:</b>			16.27372380534999

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4.

Como se mencionó, el modelo genera vectores aleatorios para representar habilidades previas de los estudiantes, competencias, contextos institucionales y perfiles empresariales. Estos vectores se combinan para simular las necesidades de formación y la oferta educativa.

El vector de formación óptima representa numéricamente la formación ideal que debería recibir el estudiante. Cada número de este vector corresponde a una dimensión específica, en este caso 300 dimensiones, donde cada una representa características,

habilidades, conocimientos o competencias relevantes en la formación del estudiante. El valor numérico asignado indica el nivel de importancia de una competencia en particular.

Por ejemplo, los valores 1.1693 y 0.9456, resaltados en amarillo, reflejan la importancia relativa de dos variables en la formación óptima del estudiante. Aunque generalmente los valores oscilan entre 0 y 1, los pesos incorporados en el modelo pueden hacer que algunos valores sean mayores que 1.

El valor de la dimensión podría interpretarse en términos de:

- Alta o baja demanda de ciertas habilidades en el mercado laboral.
- Necesidad de formación del estudiante de manera específica.
- El valor podría suponer prioridad o no en la formación del estudiante

para el desarrollo de una habilidad.

Estos resultados resultan ser prometedores para la construcción del Ecosistema Educativo Inteligente y para las mismas IES, porque a partir del análisis del entorno se pueden construir contenidos con mayor pertinencia y eficacia, mejorando la comunicación de la oferta educativa disponible y, por ende, un ELE-IA afín a las necesidades particulares de formación.

De igual manera, al vectorizar estos contenidos es posible medir la intensidad o peso con la que una IES desarrolla ciertos contenidos programáticos o habilidades, de acuerdo con el Core del programa o de la misma institución. Al tener la posibilidad de cuantificar los contenidos y situarlos en un espacio vectorial, permite identificar qué tan cerca o lejos está la oferta educativa con respecto a los objetivos de formación de la universidad, de cada programa o asignatura.

Por ejemplo, algunas universidades tienen enfoques o su propia oferta de valor que intenta diferenciarlas de las demás, por ejemplo, hacia la salud, a los temas agrícolas, a las humanidades o a la ingeniería, esta cuantificación de su proyecto educativo de la IES es clave para realizar los ajustes necesarios en la oferta educativa y así, posicionar estratégicamente a la universidad en el medio, y alinear a sus facultades al cumplimiento de los objetivos institucionales.

En universidades como la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en Colombia, el diseño de las ofertas formativas se organiza en tres niveles curriculares: macrocurrículo, mesocurrículo y microcurrículo. En este contexto, la cuantificación del proyecto educativo está determinada por el nivel macrocurricular, el cual se define como: "aquel que expresa las directrices institucionales en torno al concepto de ser humano y al tipo de sociedad que la UNAD busca contribuir a construir. Este se organiza en cuatro campos de formación: acogida e integración unadista, formación interdisciplinar básica común, formación disciplinar y formación complementaria" (Abadía et al., 2016, p. 6). En este caso, la vectorización de la formación facilita una mejor comprensión de la relación entre la oferta educativa y sus contenidos programáticos, alineándolos con los objetivos propuestos por la UNAD.

Por otro lado, como ejemplo para contextualizar los resultados obtenidos, una facultad de Filosofía podría tener un peso relativo superior en la capacidad de generar una "reflexión sobre la nueva manera de ser humanos", tal como lo describe el objetivo de formación profesional del programa de Filosofía y Letras de la Universidad de la Salle, en comparación con la reflexión que podría generar una carrera profesional en Investigación Criminal respecto a este tema

Si bien esta diferencia es indiscutible, al menos de manera directa o por conocimiento generalizado, se reflejaría en una gran distancia euclidiana o en una baja similitud de coseno (cercana a cero). Por lo tanto, el peso relativo (el valor de los vectores) estaría a favor del programa de Filosofía y Letras, debido a la relación de la carrera con este objetivo y a la diferencia de contenidos impartidos en cada programa, como se mostrará más adelante. No obstante, lo realmente valioso es cuantificar estas diferencias, principalmente para la construcción de programas como los STEAMS, con el fin de identificar el valor agregado que cada programa genera dentro del ecosistema. Esto permite medir la capacidad de la IES para conectar los requerimientos de formación y el mercado con su oferta académica, la capacidad de cada programa para alinearse con el enfoque de la universidad, y optimizar la cantidad de programas ofrecidos, estableciendo prioridades para reducir sus costos operativos, entre otras soluciones.

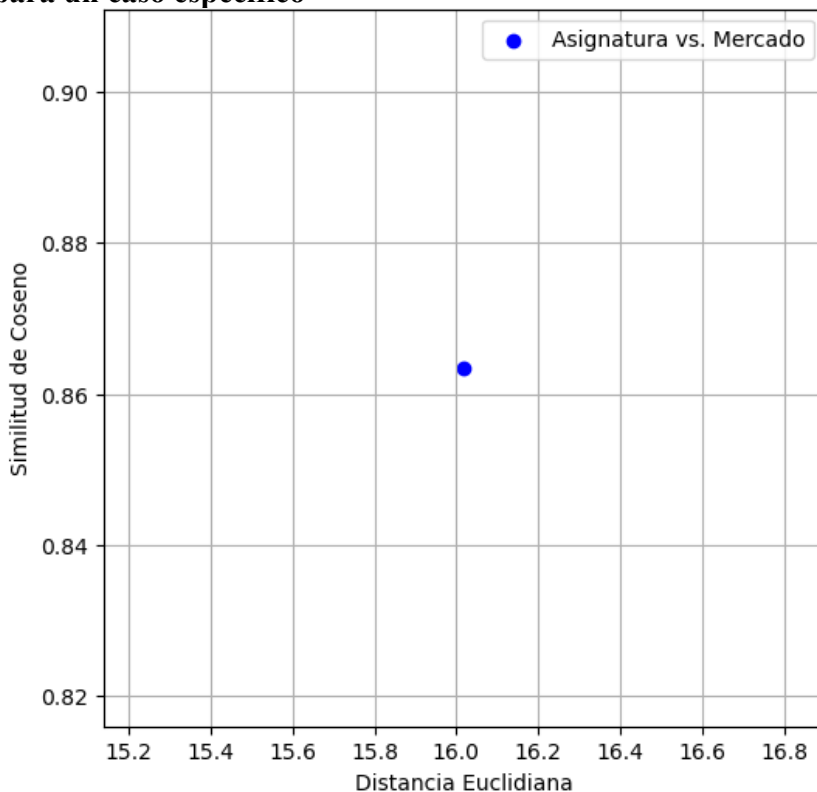
Por su parte, el resultado de la similitud de coseno es 0.8587, lo que indica un alto grado de correspondencia entre la oferta educativa de la IES y las necesidades de formación, evidenciando que comparten numerosas palabras clave o campos temáticos. En términos prácticos, esto significa que la alineación entre el perfil laboral y la formación ofrecida es alta, acercándose a 1.

Por otro lado, la distancia euclidiana obtenida es de 16.27, un valor relativamente alto, que podría explicarse por la diferencia significativa en la longitud de los textos que describen las necesidades de formación y la oferta educativa de la IES. Por esta razón, la distancia euclidiana no debe considerarse como un indicador confiable para tomar decisiones precisas sobre la construcción de la oferta educativa en este nivel del ecosistema.

La siguiente ilustración muestra la similitud de Coseno y Distancia Euclidiana entre la asignatura y contexto de mercado. En este caso, si se regresa al modelo de

relacionamiento de las variables para la construcción del sistema complejo, este punto en azul reflejaría la conexión entre los tres componentes del sistema y su solución particular.

**Ilustración 13A Formación óptima del estudiante. Unión de los componentes del sistema para un caso específico**

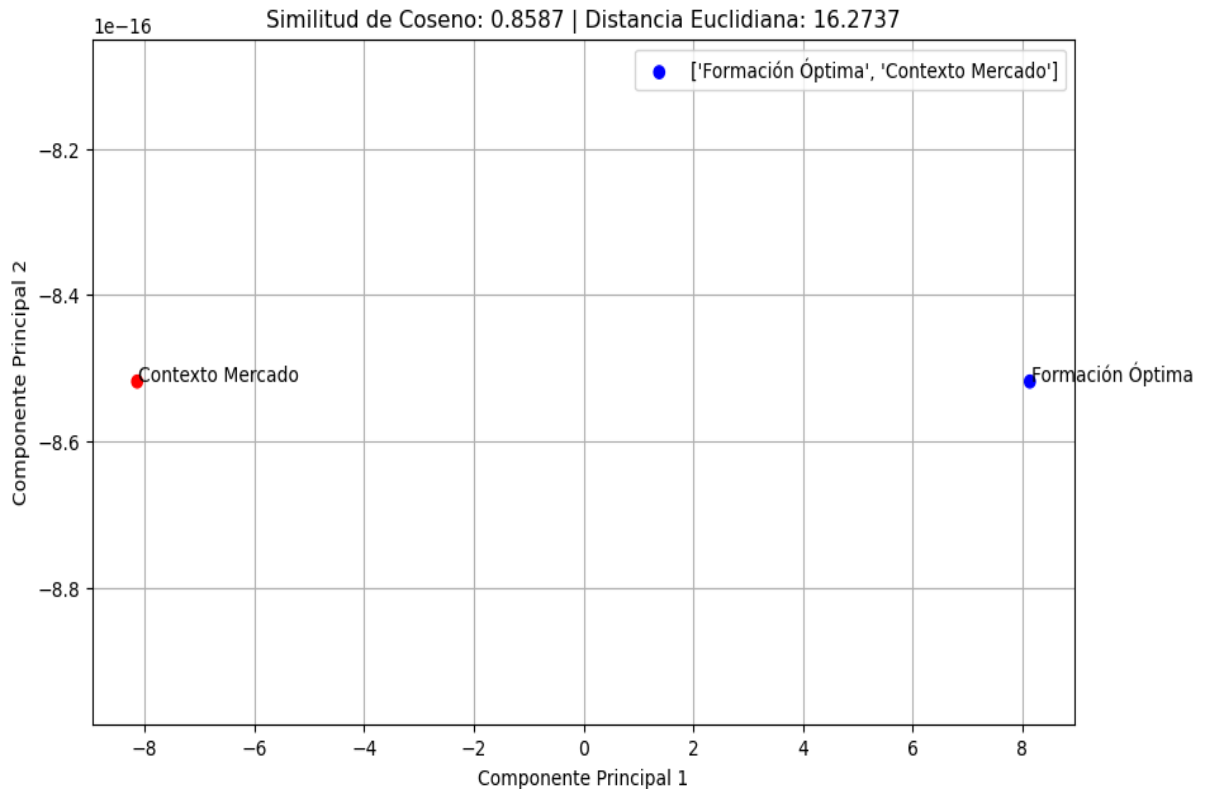


Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4.

La siguiente ilustración muestra la reducción de la dimensionalidad a través de PCA mostrando en 2D la similitud de coseno entre la formación óptima y el contexto de mercado. Como se observa, la similitud de coseno muestra un alto grado de alineación entre el contenido académico y la necesidad de mercado.

Esta herramienta permite a las IES desarrollar, ajustar y evaluar su oferta curricular en función de la demanda del mercado, facilitando la toma de decisiones y así orientar los recursos disponibles para el cumplimiento de los objetivos institucionales.

## Ilustración 14 Similitud de Coseno y Distancia Euclidiana entre formación óptima y contexto de mercado



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Ahora, se realiza la modificación del código anterior en donde se incorpora el nuevo

modelo de OPEN AI, *text-embedding-3-large*:

modelo text-embedding-3-large:

Configuración de la API de OpenAI

```
openai.api_key = "sk- "
```

Función para generar embeddings usando OpenAI

```
def generar_embedding(texto, modelo="text-embedding-3-large"):
    response = openai.embeddings.create(model=modelo, input=texto)
    return np.array(response["data"][0]["embedding"])
```

Definición de funciones para la representación vectorial de variables

```
def generar_vector(d):
    return np.random.rand(d)
```

```
.....
.....
.....
```

Visualización de Similitud vs. Distancia Euclidiana

```
plt.figure(figsize=(6, 6))
plt.scatter(distancia_euclidiana, similitud_asignatura_contexto, color='b', marker='o', label="Asignatura vs. Mercado")
plt.xlabel("Distancia Euclidiana")
plt.ylabel("Similitud de Coseno")
plt.title("Similitud y Distancia Euclidiana entre la formación óptima f_ijnm y el contexto_mercado ")
plt.legend()
plt.grid(True)
```

```
plt.show()
```

```
Resultados
print("Vector de formación óptima (f_ijm):", f_ijm)
print("\nContenido Programático de la Asignatura:\n", diseno_asignatura)
print("\nSimulación de Requerimientos de Formación:\n", requerimientos_formacion)
print("\nCompetencias del Mercado Laboral:\n", competencias_mercado_texto)
print("\nSimilitud de Coseno entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral:", similitud_asignatura_contexto)
print("\ndistancial:\n", distancia_euclidiana)
```

A continuación, se presenta la tabla de resultados utilizando text-embedding-3-large, el cual contiene 3072 dimensiones, razón por la cual permite utilizar una mayor cantidad de información que esté disponible para generar el vector de formación óptima. Al utilizar una mayor cantidad de información representada en los valores de cada dimensión se logran construir contenidos mucho mas afines a la necesidad de formación y al mercado.

**Tabla 4 Resultados similitud de coseno utilizando "text-embedding-3-large" entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral:**

Contenido Programático de la Asignatura sintético:	Simulación de Requerimientos de Formación:	Simulación de las Competencias del Mercado Laboral:	Vector de formación óptima
<p>Contenido Programático de la Asignatura: Economía Digital</p> <p>Descripción de la asignatura: La asignatura de Economía Digital proporciona una visión integral de cómo la digitalización está transformando la estructura económica global. Los alumnos explorarán temas como e-commerce, tecnologías digitales, economía digital, metodología de pago digital y gestión de proyectos digitales.</p> <p>Contenido programático:</p> <p>1. Introducción a la Economía Digital - Definición, Historia y Evolución.</p> <p>2. Fundamentos de la Economía Digital -</p>	<p>El estudiante con ID EST12345 está estudiando en una institución de educación superior y desea obtener asesoramiento sobre los requisitos de formación particular. Aquí detallamos los posibles requisitos, aunque estos pueden variar dependiendo del curso de estudio o la institución.</p> <p>1. Cumplimiento de créditos académicos: Los estudiantes generalmente deben completar un cierto número de créditos para obtener su título. Esto implicará una combinación de clases obligatorias y electivas.</p> <p>2. Proyecto/Dissertación/Tesis de Fin de Carrera: Algunas instituciones y programas pueden requerir que los estudiantes completen una tesis o proyecto final. Este proyecto es generalmente investigativo y culmina con una presentación formal y defensa del estudio.</p> <p>3. Prácticas profesionales: Algunas carreras requieren que los estudiantes completen una cantidad específica de horas de trabajo práctico o prácticas profesionales en una empresa relacionada a su campo de estudio.</p>	<p>Título del Puesto: Gerente de Transformación Digital</p> <p>Ubicación: [Ubicación]</p> <p>Departamento: Tecnología de la Información</p> <p>Reporta a: Director de Tecnología</p> <p>Resumen del Puesto: Buscamos un Gerente de Transformación Digital con una sólida experiencia en estrategias de transformación de negocios con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y la productividad a través de la aplicación de tecnología avanzada.</p> <p>Responsabilidades Clave:</p> <p>1. Liderar la estrategia de transformación digital y coordinar la ejecución de proyectos digitales a través de diferentes departamentos.</p> <p>2. Supervisar la implementación de nuevas tecnologías y sistemas digitales.</p> <p>3. Entender las necesidades del negocio y traducirlas en requerimientos tecnológicos.</p>	<p>Vector de formación óptima (f_ijm):</p> <p>[1.102957</p> <p>0.97540475</p> <p>1.33360096 ...</p> <p>Siguen 3069 vectores</p> <p>1.24462034</p> <p>1.23366216</p> <p>1.07007177]</p>

<b>Contenido Programático de la Asignatura sintético:</b>	<b>Simulación de Requerimientos de Formación:</b>	<b>Simulación de las Competencias del Mercado Laboral:</b>	<b>Vector de formación óptima</b>
<p>Descripción de los componentes y actores clave en la economía digital, incluyendo plataformas en línea, comercio electrónico, servicios digitales y economía de plataformas.</p> <p>3. Impacto de la Tecnología en la Economía - Cómo las tecnologías digitales están remodelando las industrias y los mercados. Discusión acerca del rol de la digitalización en la economía global.</p> <p>4. Comercio Electrónico - Clasificación, características y modelos de negocio del e-commerce. Estudio de casos de éxito.</p> <p>5. Tecnologías Digitales Emergentes y su impacto en la economía - Inteligencia artificial, blockchain, Internet de las Cosas, Realidad Virtual y Aumentada, Big Data y Analítica.</p> <p>6. Sistemas de Pago Digital - Visión global de los diferentes sistemas de pago digital disponibles y cómo funcionan.</p> <p>7. Economía de Plataformas - Estudio de las plataformas digitales y su impacto en el comercio global.</p> <p>8. Gestión de Proyectos Digitales - Estudio de la implementación de proyectos digitales, desde la conceptualización hasta la implementación, mantenimiento y evaluación.</p> <p>9. Regulación y Seguridad en el Espacio Digital - Legislación de comercio electrónico, privacidad y seguridad en línea, derechos de</p>	<p>4. Mantenimiento de promedio: La institución puede tener un promedio mínimo requerido que el estudiante debe mantener para seguir en el programa.</p> <p>5. Participación en seminarios / jornadas académicas: En ocasiones, la institución puede exigir que los estudiantes asistan a determinados seminarios o jornadas académicas como parte de su formación.</p> <p>6. Cursos complementarios o certificados: Dependiendo del grado, puede ser necesario que los estudiantes adquieran certificaciones adicionales o completen cursos especializados.</p> <p>7. Exámenes completivos: Algunas instituciones requieren que los estudiantes pasen un examen completo o de evaluación en el último año de su estudio para demostrar que han aprendido las habilidades y conocimientos necesarios en su campo.</p> <p>8. Participación en actividades extracurriculares: Algunas instituciones promoverán la participación en actividades extracurriculares como una forma de formación integral.</p> <p>Es importante recordar que cada institución puede tener diferentes requisitos. El estudiante debe estar seguro de entender todos los requisitos y estar preparado para cumplirlos dentro de los plazos establecidos.</p> <p>Como asesor académico, te asistiré en el seguimiento y cumplimiento de estos requerimientos.</p>	<p>4. Gestionar el cambio organizacional a través de la capacitación y la sensibilización.</p> <p>5. Mantenerse actualizado con las últimas tecnologías y tendencias digitales.</p> <p>6. Gestionar relaciones con proveedores y partes interesadas internas.</p> <p>7. Medir y reportar el impacto de las iniciativas digitales en el negocio.</p> <p>Requerimientos del Puesto:</p> <p>1. Licenciatura o grado superior en Informática, Ingeniería Informática, Administración de Empresas, o campo relacionado.</p> <p>2. Al menos 5 años de experiencia en roles similares</p>	

Contenido Programático de la Asignatura sintético:	Simulación de Requerimientos de Formación:	Simulación de las Competencias del Mercado Laboral:	Vector de formación óptima
autor y problemas éticos en la economía digital.			
10. Desafíos y Oportunidades en la Economía Digital - Análisis del ambiente actual de la economía digital y discusión sobre sus posibilidades futuras.			
Similitud de Coseno entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral:		0.8539973421253201	
Distancia Euclidiana		52.35761392477294	

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Como se observa en la columna similitud requerimientos de formación, este resultado se convierte en un instrumento de apoyo para la gestión de los asesores académicos de colegios y universidades en todos los niveles educativos, también conocidos como orientadores. Al capturar las capacidades y habilidades individuales de los estudiantes, el ecosistema educativo inteligente permite generar recomendaciones de formación acordes con sus intereses personales.

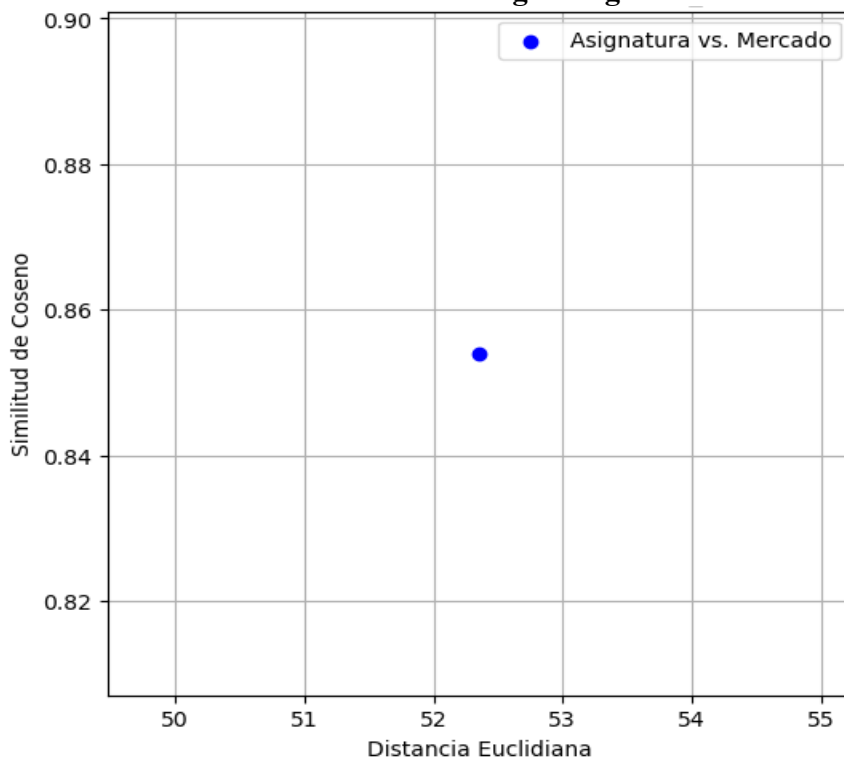
En el caso de Colombia, por ejemplo, los programas de inmersión estudiantil, así como los programas preuniversitarios, pueden ser diseñados a partir de las interacciones de los distintos elementos del ecosistema, que a medida que más agentes participen, mayor será la capacidad de respuesta del ecosistema, convirtiéndose, de esta manera, en una herramienta efectiva para el asesoramiento académico de los psicólogos, orientadores vocacionales de los colegios y líderes de los programas de preuniversitario, personalizando así, el acceso a la educación superior.

Al tratarse de un ecosistema educativo inteligente y autoorganizado tiene la capacidad de adaptarse a las necesidades específicas de cada estudiante. A su vez, cuando la recomendación de las asignaturas que brinda el ecosistema para una formación específica

son validadas y, a su vez, respaldadas por el orientador vocacional, la variabilidad de las recomendaciones tiende a disminuir y generando, lo cual permite un asesoramiento más preciso para futuras consultas.

Por otra parte, la siguiente ilustración muestra los resultados de la similitud de coseno con 0.8539, el cual implica que la correspondencia entre el contenido de la asignatura tiene una gran correspondencia con el contexto del mercado laboral, (cercano a 1). Mientras que la distancia euclidiana si fue considerablemente superior, en comparación con el modelo de text-embedding-ada-02, lo que permite considerar que para el contexto de esta simulación la distancia euclidiana no es una variable válida para la toma de decisiones.

**Ilustración 15 Similitud y Distancia Euclidiana entre la formación óptima y el contexto de mercado utilizando text-embedding-3-large**



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

## Simulación 2. Construyendo las bases de ELE- IA

A continuación, se muestra los resultados del modelo de embeddings en donde se incluye una necesidad de formación de un estudiante que desea desarrollar una habilidad particular: *Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas*, y la conexión con la oferta educativa disponible a nivel de los programas de pregrado de una IES.

Una vez planteado el relacionamiento en la simulación 1, se incorporan más elementos en el sistema como se muestra en el modelo de Uribe (2021), y se procede a revisar si la misma oferta disponible de una IES puede generar el desarrollo de la habilidad a través de la conexión de sus subsistemas, de esta manera se incorporan 10 programas de pregrado, que obedecen a la oferta normal de pregrados de una IES.

Nótese que, al ser un requerimiento personalizado, bajo la estructura organizacional actual de las IES, hace que el costo de diseñar un programa exclusivo para un solo estudiante sea elevado, y como consecuencia encarecería el valor de la matrícula. Esta realidad ha forzado el establecimiento de la homogenización de la educación, convirtiendo el factor financiero en barrera para la personalización del aprendizaje, pues imperan más las ideas de eficiencia, eficacia y competitividad como lo menciona Rodríguez (2017), en su estudio sobre “La estandarización en el currículo educativo: la punta del iceberg de la homogeneización”, convirtiéndose en algo necesario y obligatorio para la supervivencia de la IES.

No obstante, es fundamental comprender que, de acuerdo con el razonamiento del modelo simple de la economía colaborativa de Filippas et al (2020), y su adaptación al sistema educativo, la reincorporación de capacidades subutilizadas de quien las posee al mercado, disminuye los costos de transacción, con una clara tendencia a que el costo de

ofrecer esta formación particular tendería marginalmente a cero, esto sucede en el corto plazo, lo que significa que la IES no requerirá de más capital humano y físico para llevar a cabo la formación, sino el que tiene disponible. Por este motivo, los agentes que intervienen en este tipo de economías pueden hacer procesos de intercambio con diferentes tipos de recursos como, por ejemplo, el tiempo, (la creación de bancos de tiempo), la diversión, la confianza, los beneficios económicos, las relaciones interpersonales, la sostenibilidad, entre otros que conlleve a realizar la transacción como lo demuestra Raza et al., (2021).

En este orden, los agentes estarán dispuestos a utilizar esa capacidad disponible porque al conectarla con otras capacidades se genera un desborde de valor como lo menciona Creus (2015). Este valor es capturado por los agentes, el cual les permite acceder al producto o servicio por un menor costo transacción que, de hacerlo de manera distinta, tendría mayores barreras de accesibilidad como los mismos costos transaccionales o de disponibilidad.

Esta es la dirección que tiene la presente tesis y en si la creación del Ecosistema Educativo Inteligente que conduce a utilizar el modelo de economía colaborativa y de plataformas porque conforme con Creus (2015), “este tipo de ecosistemas permiten una visión más amplia, aprovechan mejor las capacidades de sus usuarios, comparten herramientas y recursos para que otros puedan desarrollar sus propios negocios o modos de vida”. Y agrega que “la ventaja de estas organizaciones no está en la escala; está en la visión ampliada de lo que está disponible, en el propio diseño del modelo de negocio” y concluye diciendo que “están diseñados para generar más valor del que necesitan capturar para sobrevivir”.

Por ende, para que el ecosistema se dinamice, la subutilización de las capacidades de los subsistemas debe existir, así como deben existir programas de pregrado para que

soporten la operación del ecosistema. Un caso similar, debe existir la subutilización de los carros de los socios conductores de Uber, para que la plataforma se sostenga y desarrolle su actividad.

A continuación, se presenta el código utilizado con la función de combinación y el modelo de embedding de OpenAI y los resultados:

```
openai.api_key="sk-proj-"
```

*Función para obtener embedding de OpenAI*

```
def obtener_embedding(texto, modelo="text-embedding-3-large"):
    respuesta = openai.Embedding.create(model=modelo, input=texto)
    embedding = respuesta.data[0].embedding
    return np.array(embedding)
```

*Función para generar contenido programático consolidado*

```
def generar_contenido_programatico(programas):
```

```
    prompt = f"""
```

```
    Genera un plan de estudios consolidado para la formación en Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas.
```

```
    Basado en la combinación de los siguientes programas de pregrado:
```

```
    {' '.join(programas)}
```

```
    Incluye:
```

- Objetivos del programa
- Módulos principales
- Competencias adquiridas
- Aplicaciones prácticas

```
    """
```

```
    respuesta = openai.ChatCompletion.create(
        model="gpt-4",
        messages=[
            {"role": "system", "content": "Eres un experto en diseño curricular."},
            {"role": "user", "content": prompt}
        ],
        max_tokens=700
    )
    return respuesta['choices'][0]['message']['content']
```

```
# Datos de ejemplo
```

```
programas_pregrado = [
    "Matemáticas aplicadas", "Ingeniería de sistemas", "Biotecnología", "Economía de datos",
    "Ciencias de la computación", "Inteligencia artificial", "Salud pública", "Bioinformática",
    "Negocios y analítica", "Estadística avanzada"
]
```

```
requerimiento_estudiante = "Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas"
perfil_mercado = "Análisis de grandes volúmenes de datos, predicción de enfermedades crónicas, uso de modelos de IA"
```

```

.....
.....
.....

# Generar gráficos
# Crear red de conexión
graph = nx.Graph()

# Agregar nodos y conexiones
for programa in programas_pregrado:
    graph.add_node(programa, color='blue')
    graph.add_edge(programa, requerimiento_estudiante, color='red' if programa in mejores_programas
else 'gray')

# Dibujar la red
plt.figure(figsize=(10, 6))
edges = graph.edges(data=True)
edge_colors = [edge[2]['color'] for edge in edges]
nx.draw(graph, with_labels=True, edge_color=edge_colors, node_size=3000, font_size=10)
plt.title("Red de conexión entre programas y requerimiento del estudiante")
plt.show()

plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.heatmap(df_resultados[['Similitud con Requerimiento', 'Similitud con Mercado']], annot=True,
cmap="coolwarm")
plt.title("Mapa de calor de similitudes")
plt.show()

plt.figure(figsize=(8, 5))
plt.scatter(df_resultados['Similitud con Requerimiento'], df_resultados['Distancia con Requerimiento'],
label='Requerimiento', alpha=0.7)
plt.scatter(df_resultados['Similitud con Mercado'], df_resultados['Distancia con Mercado'],
label='Mercado', alpha=0.7)
plt.xlabel("Similitud")
plt.ylabel("Distancia")
plt.legend()
plt.title("Gráfico de dispersión: Similitud vs Distancia")
plt.show()

Mostrar resultados
print("\nProgramas más relevantes para la formación en Ciencia de Datos para la Detección de
Enfermedades Crónicas:")
print(mejores_programas)
print("\nContenido Programático Consolidado:")
print(contenido_consolidado)
print("\nSimilitud y distancia de cada programa con el requerimiento del estudiante y el perfil del mercado:")
print(df_resultados)

```

En la siguiente tabla de resultados se presenta la similitud de coseno entre el requerimiento del estudiante, el contexto del mercado laboral y la oferta disponible de programas de la IES.

**Tabla 5 Similitud de coseno y distancia euclidiana entre el requerimiento y del mercado con el programa de pregrado**

ID	Programa de Pregrado	Similitud con Requerimiento	Distancia con Requerimiento	Similitud con Mercado	Distancia con Mercado
6	Salud pública	0.461033	1.038.236	0.405381	1.090.521
4	Ciencias de la computación	0.445136	1.053.436	0.395584	1.099.469
9	Estadística avanzada	0.436037	1.062.039	0.455885	1.043.183
3	Economía de datos	0.426297	1.071.170	0.418972	1.077.987
7	Bioinformática	0.407109	1.088.936	0.391545	1.103.136
2	Biotecnología	0.394735	1.100.241	0.400443	1.095.041
8	Negocios y analítica	0.387067	1.107.188	0.467985	1.031.518
0	Matemáticas aplicadas	0.371070	1.121.543	0.388036	1.106.313
1	Ingeniería de sistemas	0.354222	1.136.467	0.321060	1.165.281
5	Inteligencia artificial	0.347188	1.142.639	0.487166	1.012.753

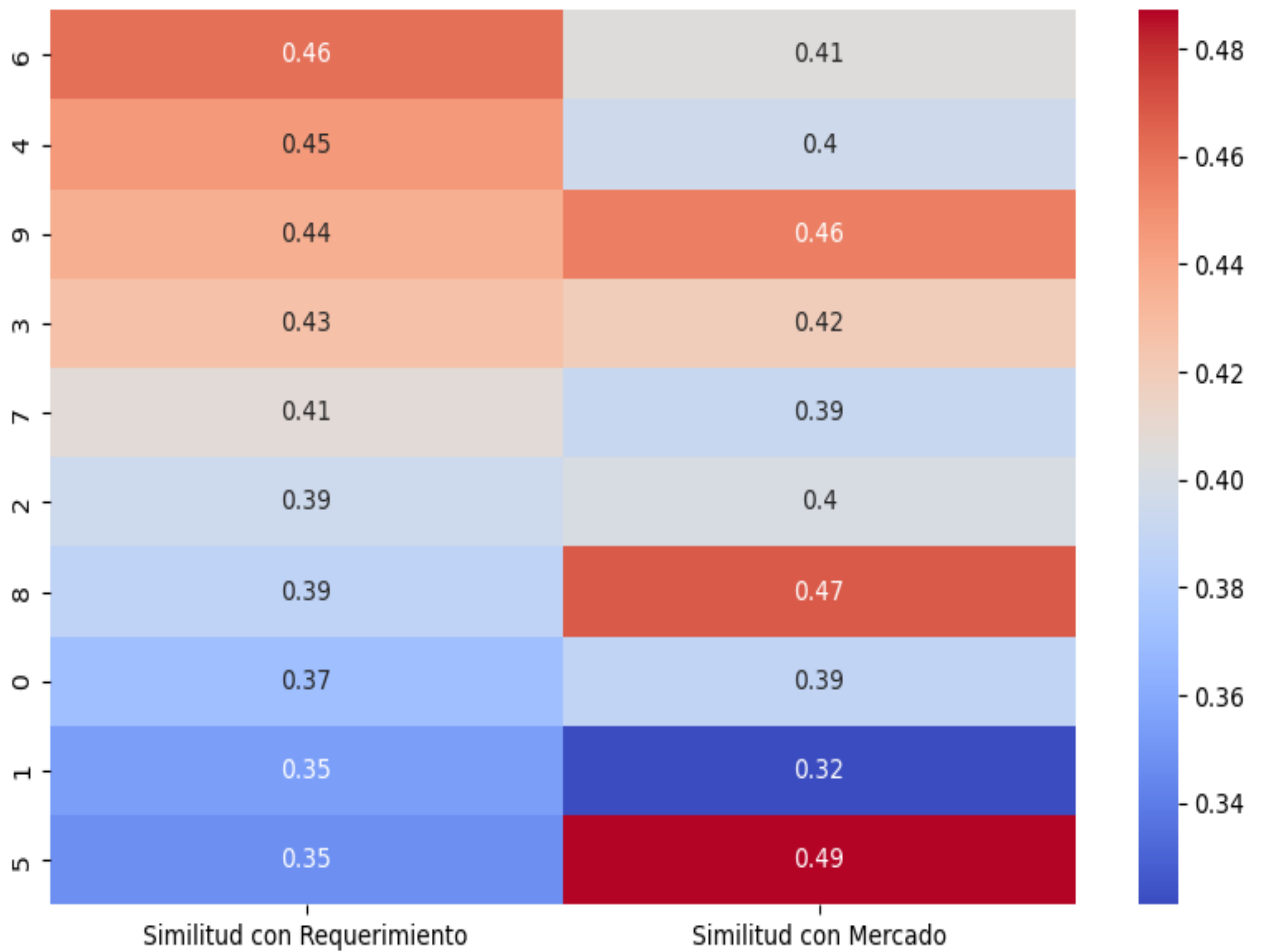
Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Desde la teoría de sistemas, el principio de sinergia indica que el funcionamiento del sistema depende de la interacción entre sus componentes. Esta interacción de los programas es la que genera un resultado distinto en el sentido en que la capacidad de realizar, como se definió en el marco teórico, conduce a generar capturas de valor, conectarlas entre sí y trasladarlas al estudiante a través de una nueva oferta académica. En este orden, el aporte que tiene un programa de pregrado al cumplimiento del requerimiento y a satisfacer la necesidad del mercado, se ve reflejado en los valores de la similitud cómo se muestra en la tabla.

De igual forma, se puede observar que, bajo el principio de ordenación jerárquica que consiste en que algunos elementos y funcionamientos tienen más peso que otros, para

la formación en *Ciencia de Datos aplicada a la detección de enfermedades crónicas*, los programas con mayor correspondencia con el requerimiento del estudiante son: Salud Pública con una similitud de 0.461033, Ciencias de la Computación con 0.445136 y Estadística Avanzada con 0.436037. Por su parte, la correspondencia con el mercado estaría dada por los programas de Inteligencia Artificial con una similitud de 0.487166, Negocios y Analítica con 0.467985 y Estadística Avanzada con 0.455885.

**Ilustración 16 Mapa de Calor de las Similitudes de coseno con el requerimiento y del mercado con respecto a los programas de pregrado**

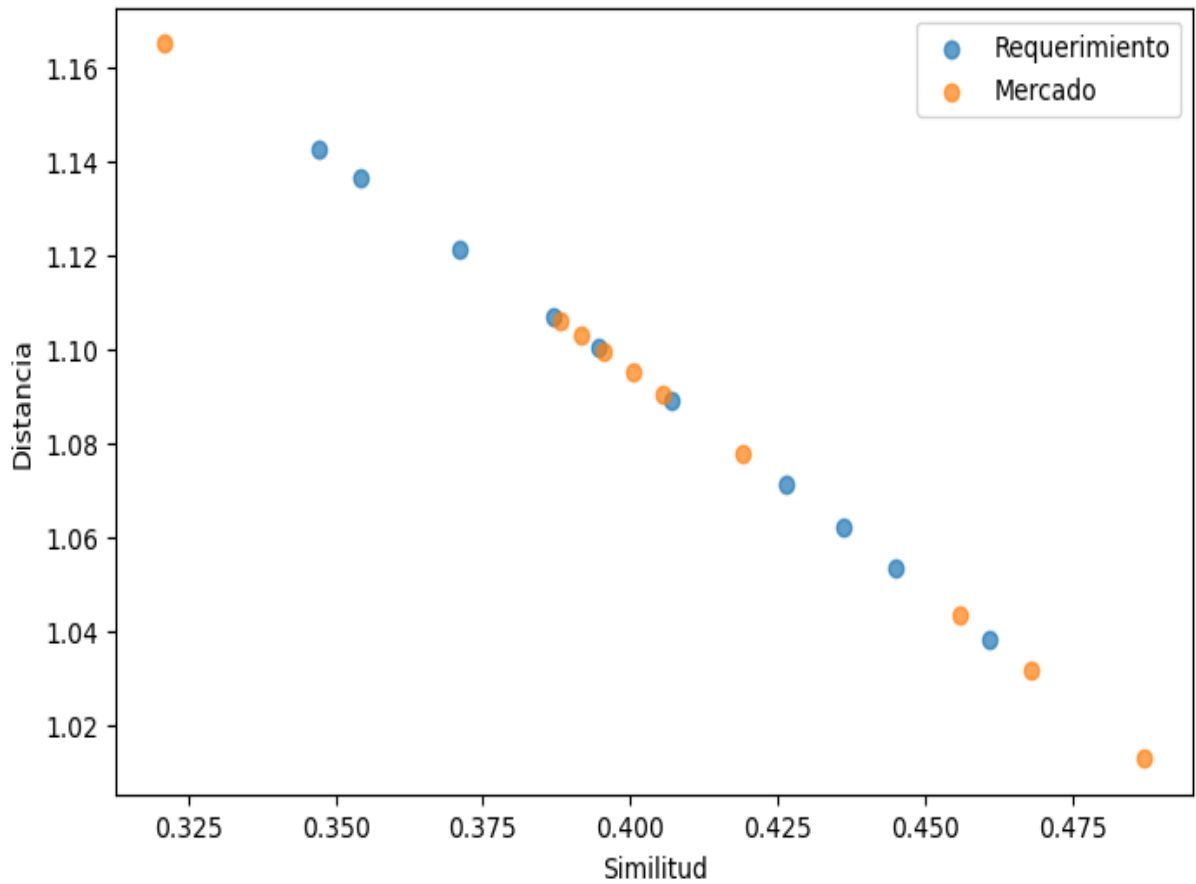


Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

El mapa de calor presenta el grado de similitud de cada programa de pregrado con el requerimiento del estudiante y con el perfil requerido por el mercado. El de mayor similitud es el ID 6. Inteligencia artificial, con respecto al mercado, mientras que con el requerimiento del estudiante es Salud Pública con 0,46. Esta escala de colores es relevante para identificar el aporte que un elemento del sistema genera en la formalidad requerida.

El diagrama de dispersión permite identificar la mejor alternativa de pregrado en función de la distancia euclidiana y la similitud de coseno. Al igual que el mapa de calor, el programa de pregrado con mayor similitud de coseno con respecto al mercado es el programa de Inteligencia Artificial y con respecto al requerimiento la menor distancia y mayor similitud es Salud Pública.

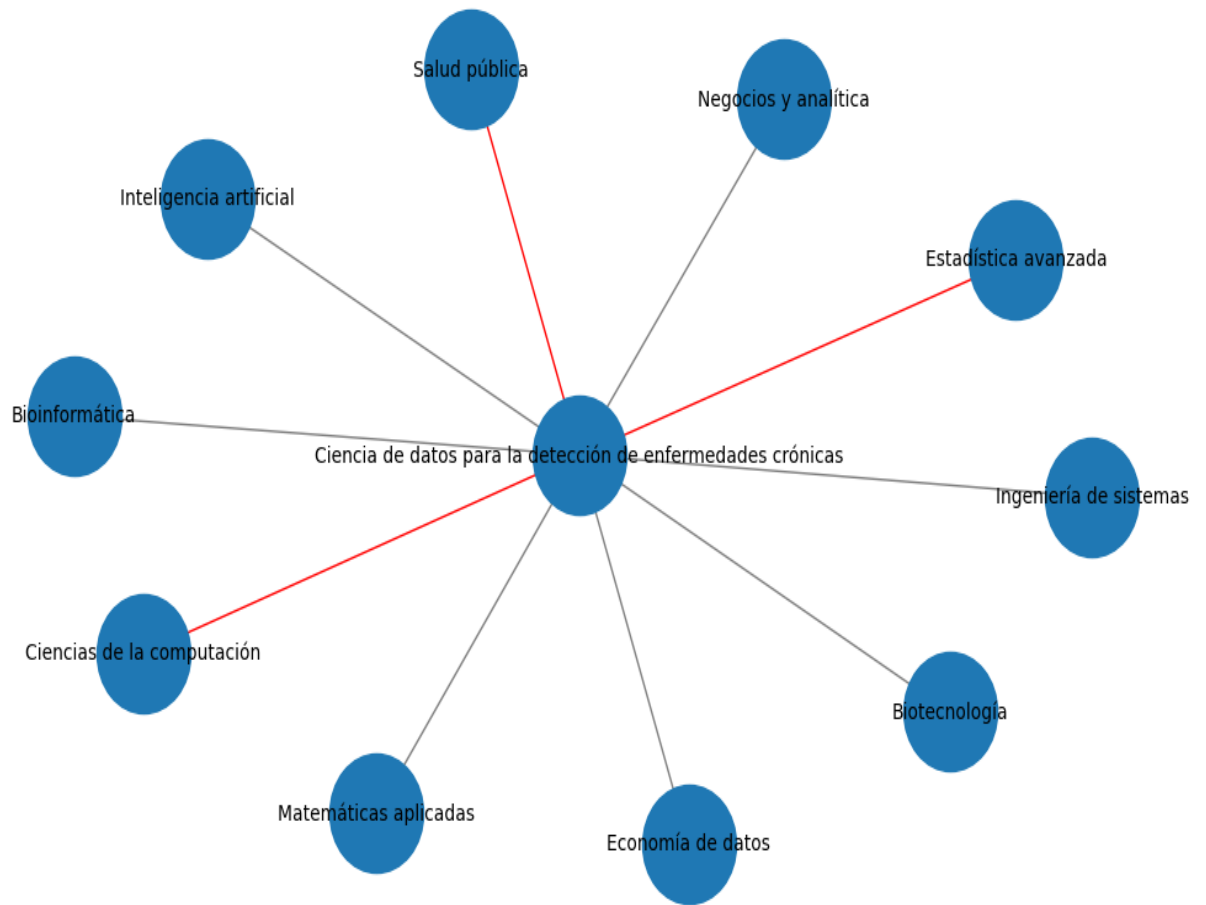
**Ilustración 17 Diagrama de dispersión Similitud de Coseno vs Distancia Euclidiana**



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

En esta simulación, se toma la similitud de coseno entre el programa de pregrado y el requerimiento de formación con el fin de elaborar el contenido óptimo, que se formula por la unión de las capacidades de los 3 programas con mayor similitud como se muestra en la siguiente ilustración, que representa la red de conexiones entre programas y el requerimiento del estudiante, marcando la línea roja a las tres mejores opciones.

### Ilustración 18 Red de conexión entre programas y requerimiento del estudiante



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Para representar gráficamente la relación entre la formación óptima, el perfil de mercado y los programas de pregrado se utiliza Análisis de Componentes principales para reducir la dimensionalidad a 2 dimensiones. Murel y Kavlakoglu (2024), definen este método como “una forma de extracción de características, lo que significa que combina y transforma las características originales del conjunto de datos para producir nuevas funciones, llamadas componentes principales”. A continuación, se presenta el código empleado para la reducción de dimensiones y el gráfico PCA:

Visualización con PCA para reducción de dimensionalidad

```
.....  
.....  
.....
```

Crear la gráfica PCA

```
plt.figure(figsize=(10, 10))  
sns.scatterplot(x=embeddings_reducidos[:, 0], y=embeddings_reducidos[:, 1], s=100)  
#plt.text(embeddings_reducidos[0, 0], embeddings_reducidos[0, 1], 'Programa de Pregrado', fontsize=12)  
#plt.text(embeddings_reducidos[1, 0], embeddings_reducidos[1, 1], 'Perfil Mercado', fontsize=8)  
plt.text(embeddings_reducidos[1, 0], embeddings_reducidos[1, 1], 'Formación Óptima (f_ijm)', fontsize=12)  
for i, programa in enumerate(programas_pregrado):  
    plt.text(embeddings_reducidos[i+2, 0], embeddings_reducidos[i+2, 1], programa, fontsize=10)
```

```
.....  
.....  
.....
```

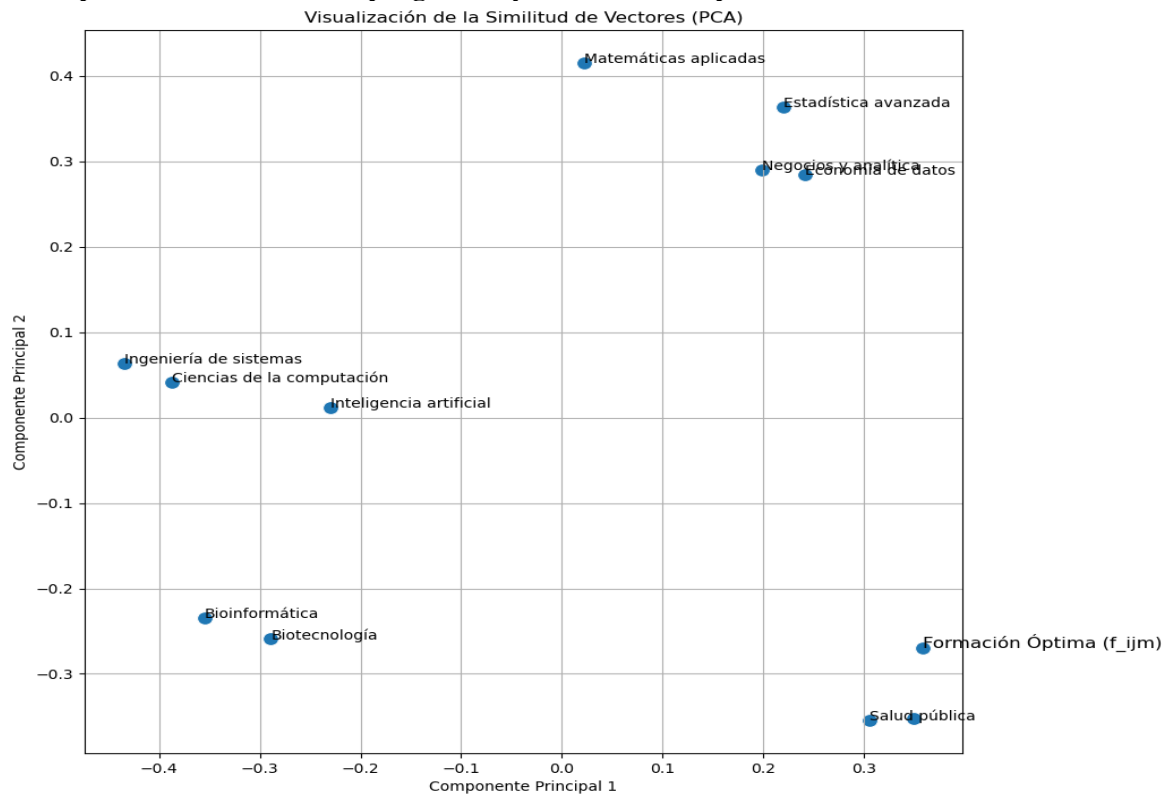
```
print("Coordenadas 2D después de PCA:")  
for i, nombre in enumerate(["Formación Óptima (f_ijm)", "Perfil de Mercado", "Programa de Pregrado"]):  
    print(f"{nombre}: {vectores_2d[i]}")  
print("Punto Formación Óptima:", punto_formacion_optima)  
print("Punto Perfil de Mercado:", punto_perfil_mercado)  
print("Punto Programa de Pregrado:", punto_Programa_de_Pregrado)
```

```
print("Coordenadas 2D de cada programa de pregrado después de PCA:")  
for i, programa in enumerate(programas_pregrado):  
    print(f"{programa}: {vectores_2d[i+2]}")
```

```
.....  
.....  
.....
```

```
print("Coordenadas 2D después de PCA:")  
print(f"Formación Óptima: {vectores_2d[0]}")  
print(f"Perfil de Mercado: {vectores_2d[1]}")  
for i, programa in enumerate(programas_pregrado):  
    print(f"{programa}: {vectores_2d[i+2]}")
```

### **Ilustración 18 Reducción de las dimensiones por método de Análisis de Componentes Principales. Ubicación de los programas y la formación óptima**



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Los resultados del PCA no son los valores originales, sino una combinación de estos (Murel y Kavlakoglu, 2024), por tanto, muestran las coordenadas de cada programa en 2D y permite visualizar la distancia de los programas de pregrado con respecto a la formación óptima. En primera instancia, se observa una agrupación de las carreras con similares contenidos, así como aquellas que mejor se relacionan con la formación óptima que es el resultado de la función de combinación.

Este resultado es la muestra de la importancia de la conversación interdisciplinar de los programas, y como a través de estas interpelaciones se generan mayores eficiencias en el uso de sus recursos disponibles porque permite generar nueva oferta académica a partir de la capacidad. Retomando los niveles de construcción curricular de la UNAD, este

desarrollo estaría reforzando la construcción del mesocurrículo y del microcurrículo. El primero lo define como: “la articulación del macrocurrículo en el programa, donde se gestiona la construcción de la malla curricular y sus respectivas rutas de formación”. Y el segundo, como “la operacionalización del modelo pedagógico en los cursos de los diferentes programas” (Abadía et al., 2016, p.6). De esta manera, el Ecosistema provee de esta solución para perfilar las rutas de formación y la construcción de la malla curricular con una mejor perspectiva, producto de la vectorización y representación gráfica de la información.

Una vez determinados los programas que participan en la formación como producto de la función de optimización, la IA procede a elaborar el Syllabus del curso que es donde se dinamiza el microcurrículo.

## **ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA Personalized Education**

**Formación en: Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas:**

**Programas más relevantes para la formación: ['Estadística avanzada', 'Salud pública', 'Negocios y analítica']**

**Contenido Programático Consolidado:**

**Programa: Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas**

**Objetivos del programa**

1. Formar expertos en la ciencia de datos aplicada a la salud, con especial énfasis en la detección de enfermedades crónicas utilizando métodos estadísticos y analíticos avanzados.
2. Desarrollar habilidades de análisis de datos, informática sanitaria y gestión de proyectos, permitiendo a los graduados aplicar técnicas y teorías de ciencia de datos en la mejora de la salud pública.
3. Fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas complejos en el campo de las enfermedades crónicas.

### **Módulos principales**

1. Estadística avanzada: Incluye estadística inferencial, métodos multivariados y modelos de predicción.
2. Ciencia de Datos y Salud Pública: Introducción a la epidemiología y análisis de datos orientados a la salud.
3. Informática Sanitaria: Análisis de grandes volúmenes de datos médicos y clínicos, procesamiento y visualización de datos.
4. Gestión de enfermedades crónicas: Estudio de las principales enfermedades crónicas, pautas de prevención, gestión y tratamiento.
5. Métodos de Detección y Monitoreo: Técnicas para la detección temprana de enfermedades crónicas, uso de biomarcadores y análisis de señales fisiológicas.
6. Negocios y analítica en el sector salud: Análisis del panorama económico y de negocios de la atención sanitaria, con aplicaciones de análisis de datos para mejorar la eficiencia y la calidad.

### **Competencias adquiridas**

- Habilidades en el análisis de datos que, aplicadas al sector de la salud, permitan la identificación y estudio de enfermedades crónicas.
- Capacidad para aplicar técnicas estadísticas avanzadas en la manipulación y interpretación de datos de salud.
- Competencia en el uso de software y herramientas de análisis de datos para la informática sanitaria.
- Aptitudes para la toma de decisiones basadas en datos y la formulación de estrategias efectivas para la gestión de enfermedades crónicas.
- Habilidad para comunicar resultados de análisis de datos de manera efectiva a profesionales de la salud, pacientes y responsables de políticas.

### **Aplicaciones prácticas**

Los graduados en este programa podrán trabajar en una variedad de roles en el campo de la salud, incluyendo analista de datos de salud, epidemiólogo, administrador de proyectos en salud y analista de negocios en el sector sanitario. Las aplicaciones prácticas de sus habilidades y conocimientos incluyen:

- Mejorar los métodos de detección temprana de enfermedades crónicas mediante la gestión y análisis de datos de salud.
- Desarrollar e implementar políticas de salud basadas en evidencia y prácticas mejora en la gestión de enfermedades crónicas.

### Simulación 3. Una etapa crucial en la construcción de ELE-IA

Esta simulación incorpora los contenidos programáticos de las asignaturas de los 10 programas de pregrado utilizados en la simulación anterior, con el fin de llevar la conexión a niveles inferiores o más específicos de las IES. Gracias a estas conexiones, se dará paso a una nueva dinámica del ecosistema, orientada a la captura de valor de las diferentes disciplinas y a la capacidad de respuesta frente a los requerimientos particulares de los estudiantes y del mercado.

La simulación ejecutada tiene en cuenta lo siguiente:

- Se incorporan programas que no están directamente vinculados con la formación en ciencias de datos y salud.
- Se incluyen las asignaturas que se imparten en cada programa académico. (Para fines de la simulación se eligieron 3 asignaturas por programa para tener un mejor control de las conexiones)
- Se generan contenidos programáticos basados en los 4 contenidos programáticos de las asignaturas con mayor correspondencia con la formación en Ciencias de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas.

A continuación, se presenta el código y los resultados obtenidos:

```
openai.api_key = "sk-"  
def obtener_embedding(texto, modelo="text-embedding-3-large"):  
    respuesta = openai.Embedding.create(model=modelo, input=texto)  
    embedding = respuesta.data[0].embedding  
    return np.array(embedding)
```

Diccionario de programas y asignaturas

```
programas_pregrado = {  
    "Matemáticas aplicadas": ["Álgebra Lineal", "Cálculo Multivariable", "Probabilidad y Estadística"],  
    "Ingeniería de sistemas": ["Estructuras de Datos", "Bases de Datos", "Programación Avanzada"],  
    "Biotecnología": ["Genética", "Biología Molecular", "Bioestadística"],  
    "Economía de datos": ["Econometría", "Análisis de Datos", "Machine Learning"],  
    "Ciencias de la computación": ["Algoritmos", "Inteligencia Artificial", "Minería de Datos"],  
    "Inteligencia artificial": ["Redes Neuronales", "Aprendizaje Profundo", "Procesamiento de Lenguaje Natural"],  
    "Salud pública": ["Epidemiología", "Análisis de Datos de Salud", "Políticas de Salud"],
```

```

"Bioinformática": ["Análisis de Secuencias", "Modelado Computacional", "Big Data en Biología"],
"Negocios y analítica": ["Análisis Predictivo", "Visualización de Datos", "Optimización de Negocios"],
"Estadística avanzada": ["Inferencia Estadística", "Modelos Estadísticos", "Series de Tiempo"],
"Filosofía y Letras": ["Cultura Religiosa", "Política y Sociedad", "Filosofía Moderna"],
"Ingeniería Agropecuaria": ["Sanidad Animal", "Fitomejoramiento", "Producción Agrícola II"],
"Biología": ["Botánica", "Zoología I", "Biología Celular"],
}

```

```

.....
.....

```

```

Modelo integrado con pesos
alpha, phi, delta, gamma, omega, tau, eta, theta = 0.2, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1

```

```

.....
.....
.....

```

```

Imprimir el vector de formación óptima
print("Vector de formación óptima:")
print(mejores_asignaturas)

```

```

.....
.....
.....

```

```

plt.title('Red de Conexiones entre Asignaturas, Requerimiento y Perfil de Mercado')
plt.axis('off')
plt.show()

```

```

.....
.....
.....

```

```

Gráfico PCA con etiquetas de programas
plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.scatterplot(x=df_pca['PC1'], y=df_pca['PC2'], hue=df_pca['Programa'], palette='tab10', legend=False)
for i, row in df_pca.iterrows():
    plt.text(row['PC1'], row['PC2'], row['Programa'], fontsize=9, ha='right')
plt.xlabel("Componente Principal 1")
plt.ylabel("Componente Principal 2")
plt.title("Distribución PCA de Similitudes de Coseno y Distancia Euclidiana")
plt.show()

```

```

.....
.....
.....

```

```

Extraer las coordenadas 2D
punto_formacion_optima = vectores_2d[0] # f_ijm
punto_perfil_mercado = vectores_2d[1]
puntos_asignaturas = vectores_2d[2:]

```

```

.....
.....
.....

```

```

Configuración de la gráfica
plt.xlabel("Componente Principal 1")
plt.ylabel("Componente Principal 2")
plt.title("PCA: Relación entre Asignaturas, Formación Óptima y Perfil de Mercado")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

```

resultados

```

```

print("\nAsignaturas más relevantes:")
print(df_resultados.head(4))

Mapa de calor
plt.figure(figsize=(14, 15))
sns.heatmap(df_resultados[['Similitud Requerimiento', 'Distancia Euclidiana']], annot=True, cmap="coolwarm")
plt.title("Mapa de calor de Similitudes de Coseno y Distancia Euclidiana")
plt.show()

#resultados
print("\nAsignaturas más relevantes para la formación en Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas:")
print(df_resultados.head(4))
print("\nSimilitudes de Coseno y Distancias Euclidianas:")
print(df_resultados)
print("\nVector de formación óptima (f_ijn):", f_ijn)

```

La tabla de similitudes y pesos que se presenta a continuación muestra la relación de asignaturas de los programas de pregrado, ordenadas de mayor a menor según la columna peso. Es importante destacar que la necesidad del estudiante y la necesidad del mercado se conciben de manera separada, debido a la diferencia de información que existe entre los dos agentes. Aunque los dos pueden compartir intereses similares, las motivaciones que llevan a un estudiante a elegir una formación son distantes a las necesidades específicas de la empresa. Este efecto se representa en las ilustraciones de Análisis de Componentes Principales, PCA, donde se visualiza la distancia entre el requerimiento del estudiante y el perfil del mercado.

Esta simulación utiliza el modelo text embedding 3 large, y el resultado de la tabla presenta el vector de formación óptima con 3072 dimensiones. Como se presentó en la simulación anterior, este vector representa características, habilidades, conocimientos o competencias relevantes en la formación del estudiante.

**Tabla 6 Similitud de coseno entre el requerimiento del estudiante y el contexto del mercado con la asignatura de cada programa de pregrado y su peso relativo.**

ID	Programa	Asignatura	Similitud Requerimiento	Similitud Mercado	Distancia Euclidiana	Peso	Vector de formación óptima (f_ijn):
19	Salud pública	Análisis de Datos de Salud	0.671312	0.614984	0.877515	0.643148	
24	Negocios y analítica	Análisis Predictivo	0.489814	0.629456	0.860865	0.559635	
23	Bioinformática	Big Data en Biología	0.528161	0.541430	0.957674	0.534796	
14	Ciencias de la computación	Minería de Datos	0.539169	0.526286	0.973359	0.532728	[-0.02657101
10	Economía de datos	Análisis de Datos	0.509285	0.508644	0.991318	0.508965	0.01665674 -
8	Biotecnología	Bioestadística	0.495045	0.437191	1.060.952	0.466118	0.01208823 ...
18	Salud pública	Epidemiología	0.502283	0.428242	1.069.353	0.465263	0.00276822 -
28	Estadística avanzada	Modelos Estadísticos	0.402761	0.462798	1.036.535	0.432779	0.01463646 -
25	Negocios y analítica	Visualización de Datos	0.454942	0.406495	1.089.500	0.430719	0.00766049]

ID	Programa	Asignatura	Similitud Requerimiento	Similitud Mercado	Distancia Euclidiana	Peso	Vector de formación óptima (f <sub>ijm</sub> ):
17	Inteligencia artificial	Procesamiento de Lenguaje Natural	0.393576	0.429772	1.067.921	0.411674	
13	Ciencias de la computación	Inteligencia Artificial	0.338938	0.466989	1.032.484	0.402963	
20	Salud pública	Políticas de Salud	0.420709	0.373000	1.119.822	0.396854	
22	Bioinformática	Modelado Computacional	0.370035	0.420596	1.076.479	0.395316	
16	Inteligencia artificial	Aprendizaje Profundo	0.355153	0.420360	1.076.698	0.387757	
27	Estadística avanzada	Inferencia Estadística	0.387139	0.386644	1.107.571	0.386891	
11	Economía de datos	Machine Learning	0.337499	0.428471	1.069.139	0.382985	
9	Economía de datos	Econometría	0.379397	0.381739	1.111.990	0.380568	
15	Inteligencia artificial	Redes Neuronales	0.347442	0.400236	1.095.230	0.373839	
5	Ingeniería de sistemas	Programación Avanzada	0.348195	0.387962	1.106.380	0.368079	
21	Bioinformática	Análisis de Secuencias	0.346466	0.387922	1.106.416	0.367194	
4	Ingeniería de sistemas	Bases de Datos	0.377952	0.354311	1.136.388	0.366132	
33	Ingeniería Agropecuaria	Sanidad Animal	0.372928	0.351974	1.138.442	0.362451	
3	Ingeniería de sistemas	Estructuras de Datos	0.385764	0.331286	1.156.472	0.358525	
26	Negocios y analítica	Optimización de Negocios	0.328781	0.386363	1.107.824	0.357572	
29	Estadística avanzada	Series de Tiempo	0.361672	0.333159	1.154.851	0.347415	
2	Matemáticas aplicadas	Probabilidad y Estadística	0.362707	0.331271	1.156.485	0.346989	
12	Ciencias de la computación	Algoritmos	0.315109	0.361175	1.130.332	0.338142	
7	Biotecnología	Biología Molecular	0.341078	0.323584	1.163.113	0.332331	
6	Biotecnología	Genética	0.340289	0.315605	1.169.953	0.327947	
1	Matemáticas aplicadas	Cálculo Multivariable	0.281183	0.286035	1.194.960	0.283609	
35	Ingeniería Agropecuaria	Producción Agrícola II	0.275383	0.287970	1.193.340	0.281676	
34	Ingeniería Agropecuaria	Fitomejoramiento	0.284011	0.276576	1.202.850	0.280293	
31	Filosofía y Letras	Política y Sociedad	0.268280	0.275198	1.203.995	0.271739	
0	Matemáticas aplicadas	Álgebra Lineal	0.254171	0.278044	1.201.629	0.266107	
38	Biología	Biología Celular	0.279727	0.247887	1.226.469	0.263807	
36	Biología	Botánica	0.253346	0.233845	1.237.865	0.243595	
37	Biología	Zoología I	0.225822	0.211293	1.255.952	0.218557	
32	Filosofía y Letras	Filosofía Moderna	0.191845	0.218178	1.250.458	0.205011	
30	Filosofía y Letras	Cultura Religiosa	0.207751	0.162034	1.294.578	0.184893	

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

El orden de las asignaturas se establece según la variable peso, calculada como el promedio entre la similitud del coseno del contenido de la asignatura con el requerimiento del estudiante y la similitud de coseno del contenido de la asignatura con el perfil del mercado. La ambigüedad de elegir entre ambos criterios para determinar las asignaturas más relevantes para la configuración de la formación óptima se simplifica con el promedio,

ya que toma en cuenta los intereses de los dos agentes, acercando el contenido programático a los requerimientos particulares de cada uno.

Por otro lado, si dos asignaturas presenten el mismo peso indicaría que sus contenidos programáticos son prácticamente iguales. Este escenario es poco probable en el Ecosistema Educativo Inteligente, lo que contribuye a mejorar la eficiencia institucional, evitando redundancias en la oferta académica. En este sentido, el ecosistema puede detectar si la creación de una nueva asignatura genera valor al sistema o, por el contrario, si el contenido ya está disponible en la oferta existente.

Es común encontrar contenidos programáticos con un porcentaje de similitud importante entre asignaturas de diferentes facultades. Por lo tanto, las dificultades para detectar esa redundancia aumentan cuando las instituciones educativas crecen o tienen dificultades de comunicación entre programas académicos, lo que genera ineficiencias que se traducen en mayores costos.

La siguiente tabla muestra las 4 asignaturas que debe cursar el estudiante para cumplir la formación requerida. En primera instancia, se parametriza un máximo de 4 asignaturas, respaldado por un aspecto neurocientífico basado en la teoría de la carga cognitiva de Sweller (1994), citado por Andrade-Lotero (2011). Esta teoría sostiene que “los aprendices tienen una muy limitada capacidad de memoria de trabajo cuando deben enfrentarse con nueva información. Por ello, el aprendizaje se verá amenazado si los materiales instruccionales sobrecargan estos recursos”. Hoy en día, esta regla es evidente en las redes sociales, como se observa en los reels, historias, videos cortos y mensajes como: “tres cosas que debes saber”, “cuatro razones para”, “tres libros que debes leer”, “cuatro lugares para viajar”, etc. Esto ayuda al cerebro a procesar de manera sencilla. En

este caso, el desafío para el estudiante a cursar las asignaturas propuestas por el Ecosistema Inteligente Autoorganizado.

**Tabla 7 Asignaturas con mayor peso para la formación requerida**

Programa	Asignatura	Similitud Requerimiento	Similitud Mercado	Distancia Euclidiana	Peso	
19	Salud pública	Análisis de Datos de Salud	0.671312	0.614984	0.877515	0.643148
24	Negocios y analítica	Análisis Predictivo	0.489814	0.629456	0.860865	0.559635
23	Bioinformática	Big Data en Biología	0.528161	0.541430	0.957674	0.534796
14	Ciencias de la computación	Minería de Datos	0.539169	0.526286	0.973359	0.532728

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

El mapa de calor presenta información valiosa para las IES y para el funcionamiento del Ecosistema, ya que permite identificar qué tan alineadas están las asignaturas con los campos temáticos de interés del mercado y, por ende, facilitar la toma de decisiones sobre la actualización y adaptación de los programas académicos asegurando que las asignaturas ofrecidas estén en sintonía con la demanda del mercado. De igual manera, y como producto del relacionamiento entre las asignaturas, el Ecosistema Educativo Inteligente, permite a las IES identificar posibles áreas de oportunidad para incorporar nuevos contenidos o modificar los existentes. De este modo, el mapa de calor, como recurso del Ecosistema, se convierte en una herramienta estratégica para mejorar la calidad educativa y optimizar la formación de los estudiantes en función de las tendencias y requerimientos del mercado

La escala de colores azul presenta la similitud de coseno del requerimiento con la asignatura, mientras que la escala roja, muestra la distancia euclidiana del requerimiento con respecto a la asignatura. Bajo el principio de ordenación jerárquica, el orden de las asignaturas va de mayor a menor correspondencia. Las asignaturas más relevantes para la formación en Ciencia de Datos aplicada a la detección de enfermedades crónicas son: Análisis de Datos de Salud con una similitud 0.671312 y con el mercado 0.614984, Análisis

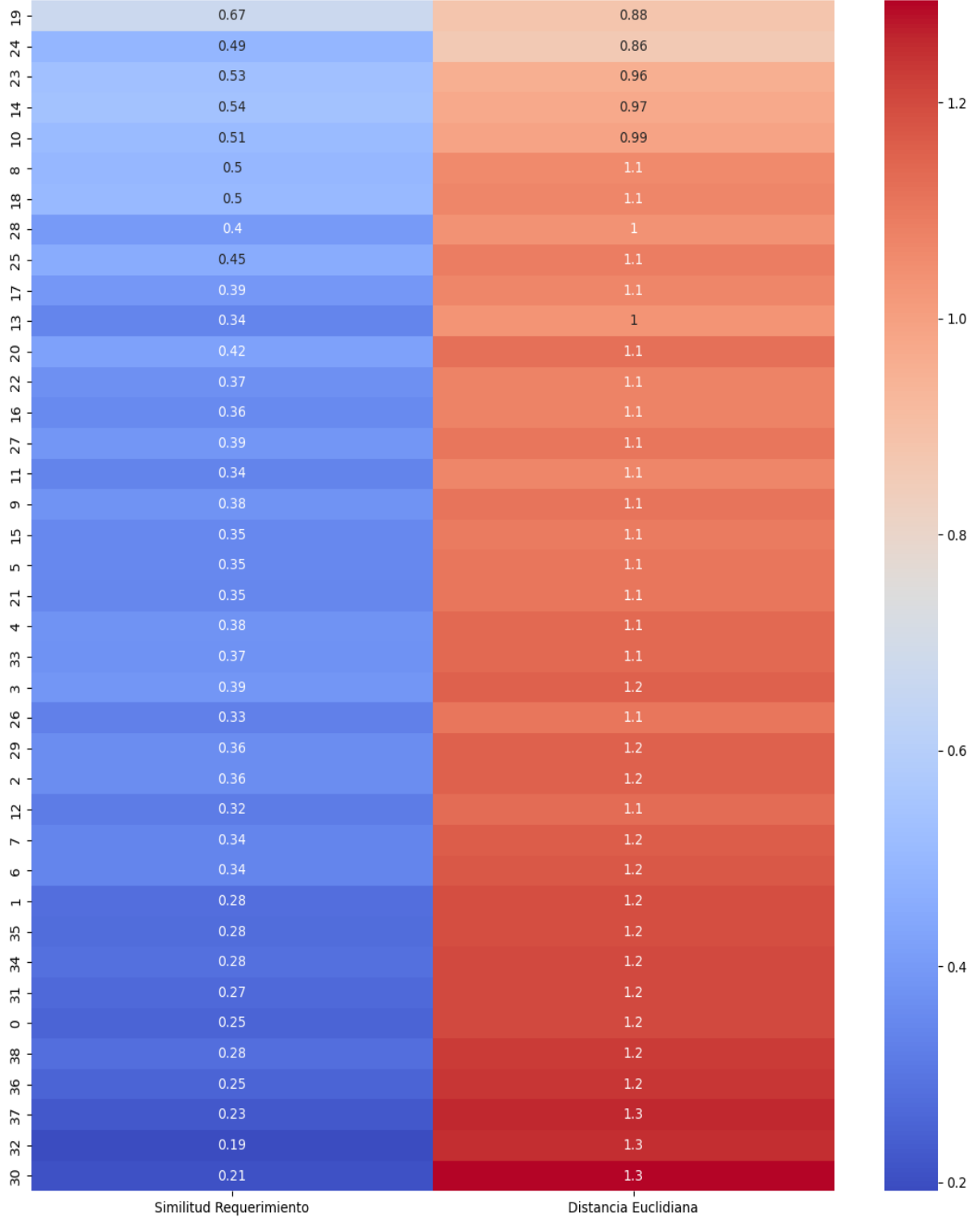
Predictivo con 0.489814 y 0.629456, Big Data en Biología con 0.528161 y 0.541430 y Minería de Datos con 0.539169 y 0.526286.

Por otro lado, las asignaturas con el menor grado de similitud y la mayor distancia al requerimiento y al mercado son las de los programas de Biología y Filosofía y letras, lo cual permite identificar la consistencia del modelo empleado y de los resultados de las alternativas de formación proporcionadas por el Ecosistema Educativo Inteligente. Es importante señalar que esta formación propuesta es específica y personalizada, ya que se enmarca en la educación no formal o continuada, la cual está respaldada por la educación formal.

A medida que el ecosistema se va formando y generando mayores redes de conexiones como se muestra en la siguiente ilustración, permite identificar la proximidad de las asignaturas a la formación óptima y las necesidades del mercado. En este caso, las cuatro asignaturas con mayor correspondencia se muestran en color naranja, mientras que las conexiones con las demás asignaturas se presentan en color gris.

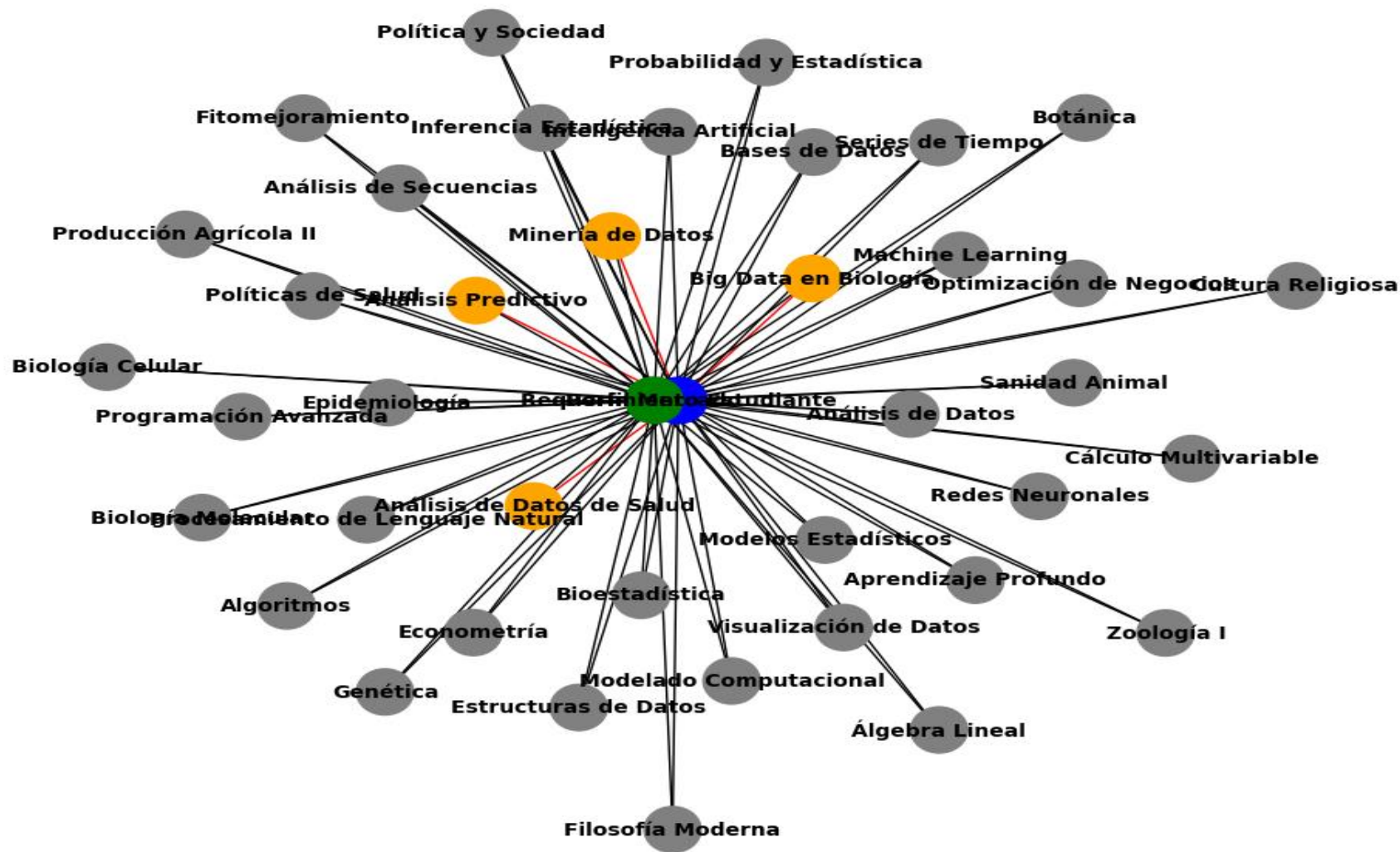
En coherencia con la regla de relación de la teoría general de sistemas, algunas asignaturas tendrán más relación que otras con el objetivo de formación óptima. Dicho lo anterior, la conexión de las 4 asignaturas permitió generar el contenido programático de la formación requerida, el cual se estructura de manera general con base en los contenidos programáticos de estas asignaturas.

**Ilustración 19 Mapa de calor Distancia Euclidiana y Similitud de Requerimiento con respecto a las asignaturas de cada programa**



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Ilustración 20 Red de Conexiones entre asignaturas, Requerimiento y Perfil de Mercado con las mejores alternativas



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

**ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA**  
**Personalized Education**  
**Contenido programático**

**Formación en: Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas:**

Programa de Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas

**Objetivos del Programa:**

El objetivo del programa es formar científicos de datos con un profundo conocimiento en biología y genética, que sean capaces de aplicar algoritmos, técnicas de aprendizaje automático, y estadísticas avanzadas para analizar grandes volúmenes de información y predecir enfermedades crónicas.

**Módulos Principales:**

1. Matemáticas y Estadísticas: Álgebra Lineal, Cálculo Multivariable, Probabilidad y Estadística
2. Computación y Programación: Estructuras de Datos, Bases de Datos, Programación Avanzada, Algoritmos
3. Biología y Genética: Genética, Biología Molecular, Biología celular
4. Ciencia de Datos: Análisis de Datos, Machine Learning, Minería de Datos, Aprendizaje Profundo, Procesamiento de Lenguaje Natural, Big Data en Biología, Análisis Predictivo, Visualización de Datos
5. Salud y Epidemiología: Epidemiología, Análisis de Datos de Salud, Políticas de Salud
6. Estadísticas Avanzadas: Bioestadística, Econometría, Inferencia Estadística, Modelos Estadísticos, Series de Tiempo
7. Inteligencia Artificial: Inteligencia Artificial, Redes Neuronales
8. Competencias Transversales: Cultura Religiosa, Política y Sociedad, Filosofía Moderna

**Competencias Adquiridas:**

- Habilidades analíticas y de resolución de problemas
- Habilidades de programación avanzada
- Conocimiento profundo en biología y genética
- Habilidades de análisis y visualización de datos
- Experiencia en el uso de inteligencia artificial y aprendizaje profundo
- Conocimiento en epidemiología y políticas de salud.

**Aplicaciones prácticas:**

- Análisis de la información genómica y biomédica
- Detección temprana de enfermedades crónicas a través de la ciencia de datos
- Preparación de políticas de prevención de enfermedades crónicas basadas en el análisis de datos
- Modelado y predicciones sobre la propagación de enfermedades crónicas
- Optimización de los sistemas de salud mediante la inteligencia artificial

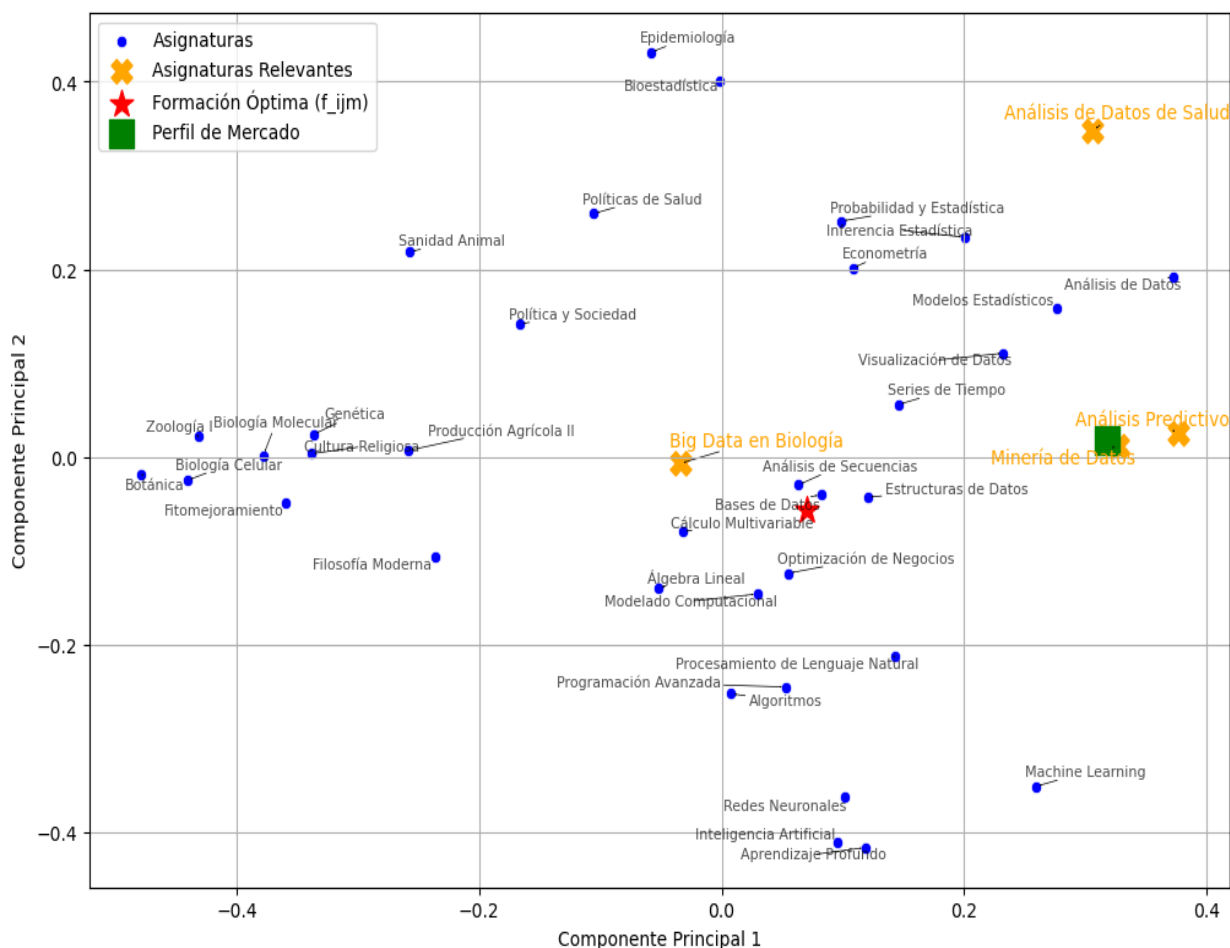
**Evaluación del Aprendizaje:**

- Evaluaciones escritas y orales para examinar la comprensión y la aplicación de conceptos teóricos
- Proyectos de programación y análisis de datos para demostrar habilidades prácticas
- Proyecto final en el que los estudiantes deberán presentar un análisis predictivo de una enfermedad crónica utilizando la ciencia de datos
- Participación activa en discusiones y debates para evaluar la competencia transversal
- Prácticas de laboratorio y revisiones de conceptos biológicos y genéticos.

En la ilustración del PCA, se muestra el mapa ubicación de las asignaturas, marcadas en azul, las asignaturas relevantes en naranja, la formación óptima con una estrella roja y el perfil de mercado en verde. En este mapa se utiliza la reducción de dimensiones mediante el método de Análisis de Componentes Principales PCA, que reduce las 3072 dimensiones a 2D. Esta representación cuantificada de la relación de las asignaturas con respecto al mercado y a la formación óptima es de gran importancia, ya que permite a las IES con sus objetivos estratégicos.

Además, se observa que las materias que no están directamente relacionadas con el campo temático se ubican a la periferia del gráfico, mientras que las que si están relacionadas se acercan a la formación óptima. Esto proporciona una orientación clara a las IES sobre la pertinencia de sus planes de estudio en relación con las necesidades del mercado. A medida que más programas y universidades ingresen al sistema, el ecosistema educativo inteligente podrá identificar, de manera más precisa, qué tan pertinente es la educación en un sistema educativo dentro de un contexto nacional, respecto a las necesidades de formación que exigidas por el mercado.

## Ilustración 21 Reducción de dimensionalidad por PCA. Relación entre asignaturas, formación óptima y perfil de mercado.



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

## Simulación 4. Construyendo a ELE-IA. Más agentes, más interacciones.

Esta simulación es la secuencia de la simulación 3, e incorpora lo siguiente: 10 estudiantes con habilidades y requerimientos diferentes, 10 requerimientos del mercado laboral, se mantiene la misma oferta educativa. A partir de ahí, se realizan las conexiones necesarias para proporcionar soluciones a los requerimientos específicos de cada uno.

A continuación, se presenta el código empleado y los resultados obtenidos:

```
openai.api_key = "sk-proj"
```

```
def obtener_embedding(texto, modelo="text-embedding-3-large"):
    try:
        respuesta = openai.Embedding.create(model=modelo, input=texto)
        embedding = respuesta.data[0].embedding
        return np.array(embedding)
    except Exception as e:
        print(f"Error al obtener el embedding: {e}")
        return None
```

Diccionario de programas y asignaturas

```
programas_pregrado = {
    "Matemáticas aplicadas": ["Álgebra Lineal", "Cálculo Multivariable", "Probabilidad y Estadística"],
    "Ingeniería de sistemas": ["Estructuras de Datos", "Bases de Datos", "Programación Avanzada"],
    "Biotecnología": ["Genética", "Biología Molecular", "Bioestadística"],
    "Economía de datos": ["Econometría", "Análisis de Datos", "Machine Learning"],
    "Ciencias de la computación": ["Algoritmos", "Inteligencia Artificial", "Minería de Datos"],
    "Inteligencia artificial": ["Redes Neuronales", "Aprendizaje Profundo", "Procesamiento de Lenguaje Natural"],
    "Salud pública": ["Epidemiología", "Análisis de Datos de Salud", "Políticas de Salud"],
    "Bioinformática": ["Análisis de Secuencias", "Modelado Computacional", "Big Data en Biología"],
    "Negocios y analítica": ["Análisis Predictivo", "Visualización de Datos", "Optimización de Negocios"],
    "Estadística avanzada": ["Inferencia Estadística", "Modelos Estadísticos", "Series de Tiempo"],
    "Filosofía y Letras": ["Cultura Religiosa", "Política y Sociedad", "Filosofía Moderna"],
    "Ingeniería Agropecuaria": ["Sanidad Animal", "Fitomejoramiento", "Producción Agrícola II"],
    "Biología": ["Botánica", "Zoología I", "Biología Celular"],
}
```

```
def similitud_coseno(vector1, vector2):
    producto_punto = np.dot(vector1, vector2)
    norma_vector1 = np.linalg.norm(vector1)
    norma_vector2 = np.linalg.norm(vector2)
    similitud = producto_punto / (norma_vector1 * norma_vector2)
    return similitud
```

Modelo integrado con pesos

alpha, phi, delta, gamma, omega, tau, eta, theta = 0.2, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1

Lista de estudiantes y sus requerimientos

```
estudiantes = [
    {"nombre": "Estudiante 1", "requerimiento": "Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas", "perfil_mercado": "Análisis de grandes volúmenes de datos, predicción de enfermedades crónicas, uso de modelos de IA"},
    {"nombre": "Estudiante 2", "requerimiento": "Desarrollo de software para aplicaciones móviles", "perfil_mercado": "Desarrollo de aplicaciones móviles, UX/UI, seguridad informática"},
    {"nombre": "Estudiante 3", "requerimiento": "Biotecnología aplicada a la agricultura", "perfil_mercado": "Mejora genética de cultivos, sostenibilidad agrícola, biofertilizantes"},
    {"nombre": "Estudiante 4", "requerimiento": "Análisis financiero y gestión de riesgos", "perfil_mercado": "Modelos financieros, gestión de riesgos, análisis de inversiones"},
    {"nombre": "Estudiante 5", "requerimiento": "Inteligencia artificial en robótica", "perfil_mercado": "Robótica autónoma, visión por computadora, aprendizaje automático"},
    {"nombre": "Estudiante 6", "requerimiento": "Salud pública y epidemiología", "perfil_mercado": "Control de enfermedades, políticas de salud, análisis de datos de salud"},
    {"nombre": "Estudiante 7", "requerimiento": "Bioinformática y genómica", "perfil_mercado": "Análisis de secuencias genómicas, medicina personalizada, big data en biología"},
    {"nombre": "Estudiante 8", "requerimiento": "Marketing digital y análisis de datos", "perfil_mercado": "SEO, análisis de mercado, publicidad digital"},
    {"nombre": "Estudiante 9", "requerimiento": "Energías renovables y sostenibilidad", "perfil_mercado": "Energía solar, gestión de recursos, políticas ambientales"},
    {"nombre": "Estudiante 10", "requerimiento": "Educación y tecnología", "perfil_mercado": "Plataformas educativas, aprendizaje en línea, tecnología educativa"},
]
```

Función para calcular la formación óptima para un estudiante

```
.....
.....
```

# Calcular formación óptima para cada estudiante

```
resultados_estudiantes = []
```

```

# --- listas para simulación (nuevo) ---
programas_simulados = [
    "Ingeniería de Sistemas", "Economía de Datos", "Biotecnología",
    "Estadística", "Administración de Empresas", "Filosofía y Letras"
]
sexos = ["Masculino", "Femenino"]
habilidades = [
    "Python", "Excel avanzado", "Análisis estadístico", "Diseño UX/UI",
    "Comunicación efectiva", "Trabajo en equipo", "Machine Learning básico"
]

for estudiante in estudiantes:
    # === Datos simulados + impresión (nuevo) ===
    estudiante_simulado = {
        "Programa de estudios": random.choice(programas_simulados),
        "Edad": random.randint(18, 30),
        "Sexo": random.choice(sexos),
        "Habilidades previas": random.sample(habilidades, 2)
    }

    print("\n=====")
    print(f"Estudiante: {estudiante['nombre']}")
    print(f"Requerimiento: {estudiante['requerimiento']}")
    print(f"Perfil de mercado: {estudiante['perfil_mercado']}")
    print(f"Programa de estudios: {estudiante_simulado['Programa de estudios']}")
    print(f"Edad: {estudiante_simulado['Edad']}")
    print(f"Sexo: {estudiante_simulado['Sexo']}")
    print(f"Habilidades previas: {' '.join(estudiante_simulado['Habilidades previas'])}")
    print("=====")

    plt.title(f'Red de Conexiones para {estudiante["nombre"]}')
    plt.axis('off')
    plt.show()

.....

.....

Leyenda
plt.legend(title="Leyenda", loc="upper right", labels=[
    "Asignaturas Generales",
    "Mejores Asignaturas",
    "Requerimientos Estudiantes",
    "Perfiles de Mercado"
])

Títulos y ejes
plt.xlabel("Componente Principal 1 (PC1)")
plt.ylabel("Componente Principal 2 (PC2)")
plt.title("PCA: Asignaturas, Mejores Asignaturas, Requerimientos y Perfiles de Mercado")
plt.grid(True)
plt.show()

Llamar a la función para generar la gráfica PCA integrada
grafico_pca_integrado(resultados_estudiantes, programas_pregrado)

```

TABLA 8 PERFILES DE LOS ESTUDIANTES GENERADOS ALEATORIAMENTE POR GPT – 4

Estudiante: Estudiante 1
Requerimiento: Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas
Perfil de mercado: Análisis de grandes volúmenes de datos, predicción de enfermedades crónicas, uso de modelos de IA
Programa de estudios: Estadística
Edad: 28
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Excel avanzado, Comunicación efectiva
=====
Estudiante: Estudiante 2
Requerimiento: Desarrollo de software para aplicaciones móviles
Perfil de mercado: Desarrollo de aplicaciones móviles, UX/UI, seguridad informática
Programa de estudios: Ingeniería de Sistemas
Edad: 24
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Python, Excel avanzado
=====
Estudiante: Estudiante 3
Requerimiento: Biotecnología aplicada a la agricultura
Perfil de mercado: Mejora genética de cultivos, sostenibilidad agrícola, biofertilizantes
Programa de estudios: Biotecnología
Edad: 30
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Python, Análisis estadístico
=====
Estudiante: Estudiante 4
Requerimiento: Análisis financiero y gestión de riesgos
Perfil de mercado: Modelos financieros, gestión de riesgos, análisis de inversiones
Programa de estudios: Filosofía y Letras
Edad: 27
Sexo: Masculino
Habilidades previas: Diseño UX/UI, Comunicación efectiva
=====
Estudiante: Estudiante 5
Requerimiento: Inteligencia artificial en robótica
Perfil de mercado: Robótica autónoma, visión por computadora, aprendizaje automático
Programa de estudios: Economía de Datos
Edad: 22
Sexo: Masculino
Habilidades previas: Machine Learning básico, Trabajo en equipo
=====
Estudiante: Estudiante 6

Requerimiento: Salud pública y epidemiología
Perfil de mercado: Control de enfermedades, políticas de salud, análisis de datos de salud
Programa de estudios: Filosofía y Letras
Edad: 23
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Análisis estadístico, Machine Learning básico
=====
Estudiante: Estudiante 7
Requerimiento: Bioinformática y genómica
Perfil de mercado: Análisis de secuencias genómicas, medicina personalizada, big data en biología
Programa de estudios: Estadística
Edad: 18
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Machine Learning básico, Python
=====
Estudiante: Estudiante 8
Requerimiento: Marketing digital y análisis de datos
Perfil de mercado: SEO, análisis de mercado, publicidad digital
Programa de estudios: Filosofía y Letras
Edad: 22
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Comunicación efectiva, Trabajo en equipo
=====
Estudiante: Estudiante 9
Requerimiento: Energías renovables y sostenibilidad
Perfil de mercado: Energía solar, gestión de recursos, políticas ambientales
Programa de estudios: Estadística
Edad: 23
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Comunicación efectiva, Análisis estadístico
=====
Estudiante: Estudiante 10
Requerimiento: Educación y tecnología
Perfil de mercado: Plataformas educativas, aprendizaje en línea, tecnología educativa
Programa de estudios: Economía de Datos
Edad: 28
Sexo: Femenino
Habilidades previas: Diseño UX/UI, Trabajo en equipo

Fuente: Perfiles aleatorios a partir de la API de OPEN AI.

Los resultados obtenidos muestran la relación entre el requerimiento del estudiante, el perfil del mercado y la oferta educativa de la IES. La tabla anterior muestra los perfiles de los

estudiantes que surgieron de parámetros dados en el código y de una combinación aleatoria de OPEN AI como se muestra a continuación:

```
# --- listas para simulación (nuevo) ---
programas_simulados = [
    "Ingeniería de Sistemas", "Economía de Datos", "Biotecnología",
    "Estadística", "Administración de Empresas", "Filosofía y Letras"
]
sexos = ["Masculino", "Femenino"]
habilidades = [
    "Python", "Excel avanzado", "Análisis estadístico", "Diseño UX/UI",
    "Comunicación efectiva", "Trabajo en equipo", "Machine Learning básico"
]

for estudiante in estudiantes:
    # === Datos simulados + impresión (nuevo) ===
    estudiante_simulado = {
        "Programa de estudios": random.choice(programas_simulados),
        "Edad": random.randint(18, 30),
        "Sexo": random.choice(sexos),
        "Habilidades previas": random.sample(habilidades, 2)
    }

    print("\n=====")
    print(f"Estudiante: {estudiante['nombre']}")
    print(f"Requerimiento: {estudiante['requerimiento']}")
    print(f"Perfil de mercado: {estudiante['perfil_mercado']}")
    print(f"Programa de estudios: {estudiante_simulado['Programa de estudios']}")
    print(f"Edad: {estudiante_simulado['Edad']}")
    print(f"Sexo: {estudiante_simulado['Sexo']}")
    print(f"Habilidades previas: {' '.join(estudiante_simulado['Habilidades previas'])}")
    print("=====")

    # Cálculo y guardado en estructura de resultados
    df_resultados, mejores_asignaturas = calcular_formacion_optima(estudiante)
    resultados_estudiantes.append({
        "nombre": estudiante["nombre"],
        "df_resultados": df_resultados,
        "mejores_asignaturas": mejores_asignaturas,
        "datos_simulados": estudiante_simulado # <-- guardado
    })
```

Por su parte, la variable peso, es la variable de decisión que determina las asignaturas que debe cursar cada estudiante, por lo expuesto en las simulaciones anteriores, y se relaciona de mayor a menor.

En primer lugar, se observa que el modelo proporcionó una solución individual a estudiante. En segundo lugar, el modelo considera no solo la información del perfil laboral, sino también las preferencias del estudiante. Esto significa que el modelo tiene en cuenta las

particularidades del estudiante; su contexto y sus intereses, lo conduce a elegir el tipo de formación que mejor se ajusta sus necesidades, complementa con lo que necesita el mercado.

En tercer lugar, el Ecosistema Educativo Inteligente se autoorganiza para proporcionar una solución a cada estudiante con la capacidad instalada de los programas académicos disponibles. Por último, las interrelaciones generadas entre la oferta disponible dieron lugar a una nueva oferta, lo que permitió descubrir capacidades ocultas que se integran como nuevos elementos del ecosistema. Estos elementos se incorporan a futuras soluciones para satisfacer nuevos requerimientos de formación particular, al combinarse con otros elementos del sistema.

**Tabla 9 Relación entre requerimiento, perfil del estudiante y oferta educativa. similitud, peso y distancia euclidiana**

ID	Programa	Asignatura	Similitud Requerimiento	Similitud Mercado	Distancia Euclidiana	Peso	Formación óptima
Resultados para Estudiante 1: "requerimiento": "Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas", "perfil_mercado": "Análisis de grandes volúmenes de datos, predicción de enfermedades crónicas, uso de modelos de IA"},							
19	Salud pública	Análisis de Datos de Salud	0,671292	0,614992	0,877505	0,64314	0,614992
24	Negocios y analítica	Análisis Predictivo	0,489814	0,629408	0,860921	0,55961	0,629408
23	Bioinformática	Big Data en Biología	0,528161	0,541399	0,957706	0,53478	0,541399
14	Ciencias de la computación	Minería de Datos	0,539169	0,526269	0,973376	0,53272	0,526269
Resultados para Estudiante 2: "requerimiento": "Desarrollo de software para aplicaciones móviles", "perfil_mercado": "Desarrollo de aplicaciones móviles, UX/UI, seguridad informática"							
5	Ingeniería de sistemas	Programación Avanzada	0,458151	0,457311	1.041.815	0,45773	0,457311
26	Negocios y analítica	Optimización de Negocios	0,413341	0,415031	1.081.637	0,41419	0,415031
22	Bioinformática	Modelado Computacional	0,386395	0,374214	1.118.737	0,3803	0,374214
12	Ciencias de la computación	Algoritmos	0,375778	0,380882	1.112.761	0,37833	0,380882
Resultados para Estudiante 3: "requerimiento": "Biotecnología aplicada a la agricultura", "perfil_mercado": "Mejora genética de cultivos, sostenibilidad agrícola, biofertilizantes"},							
34	Ingeniería Agropecuaria	Fitomejoramiento	0,584419	0,65307	0,832983	0,61875	0,65307
35	Ingeniería Agropecuaria	Producción Agrícola II	0,544909	0,491778	1.008.188	0,51834	0,491778
7	Biotecnología	Biología Molecular	0,556678	0,418982	1.077.977	0,48783	0,418982
6	Biotecnología	Genética	0,472567	0,448556	1.050.185	0,46056	0,448556
Resultados para Estudiante 4: "requerimiento": "Análisis financiero y gestión de riesgos", "perfil_mercado": "Modelos financieros, gestión de riesgos, análisis de inversiones"},							
24	Negocios y analítica	Análisis Predictivo	0,533483	0,479154	1.020.633	0,50632	0,479154
28	Estadística avanzada	Modelos Estadísticos	0,368307	0,577361	0,91939	0,47283	0,577361
10	Economía de datos	Análisis de Datos	0,505072	0,422118	1.075.065	0,4636	0,422118
26	Negocios y analítica	Optimización de Negocios	0,4308	0,463468	1.035.888	0,44713	0,463468
Resultados para Estudiante 5: "requerimiento": "Inteligencia artificial en robótica", "perfil_mercado": "Robótica autónoma, visión por computadora, aprendizaje automático"},							
13	Ciencias de la computación	Inteligencia Artificial	0,750825	0,582989	0,913248	0,66691	0,582989

ID	Programa	Asignatura	Similitud Requerimiento	Similitud Mercado	Distancia Euclidiana	Peso	Formación óptima
15	Inteligencia artificial	Redes Neuronales	0,491887	0,47834	1.021.430	0,48511	0,47834
16	Inteligencia artificial	Aprendizaje Profundo	0,444939	0,511918	0,98801	0,47843	0,511918
5	Ingeniería de sistemas	Programación Avanzada	0,397804	0,460294	1.038.948	0,42905	0,460294
	Resultados para Estudiante 6:	"requerimiento": "Salud pública y epidemiología", "perfil_mercado": "Control de enfermedades, políticas de salud, análisis de datos de salud"},					
18	Salud pública	Epidemiología	0,655267	0,505723	0,994261	0,5805	0,505723
19	Salud pública	Análisis de Datos de Salud	0,483936	0,67224	0,809641	0,57809	0,67224
20	Salud pública	Políticas de Salud	0,491586	0,638867	0,849862	0,56523	0,638867
33	Ingeniería Agropecuaria	Sanidad Animal	0,521298	0,492417	1.007.555	0,50686	0,492417
	Resultados para Estudiante 7:	"requerimiento": "Bioinformática y genómica", "perfil_mercado": "Análisis de secuencias genómicas, medicina personalizada, big data en biología"},					
23	Bioinformática	Big Data en Biología	0,613719	0,701549	0,772594	0,65763	0,701549
7	Biotecnología	Biología Molecular	0,623847	0,554499	0,943929	0,58917	0,554499
21	Bioinformática	Análisis de Secuencias	0,477704	0,624547	0,866549	0,55113	0,624547
6	Biotecnología	Genética	0,553974	0,519239	0,980573	0,53661	0,519239
	Resultados para Estudiante 8:	"requerimiento": "Marketing digital y análisis de datos", "perfil_mercado": "SEO, análisis de mercado, publicidad digital"},					
10	Economía de datos	Análisis de Datos	0,615527	0,470903	1.028.685	0,54322	0,470903
26	Negocios analítica	Optimización de Negocios	0,477855	0,516281	0,983585	0,49707	0,516281
24	Negocios analítica	Análisis Predictivo	0,51495	0,461303	1.037.976	0,48813	0,461303
19	Salud pública	Análisis de Datos de Salud	0,539212	0,426102	1.071.352	0,48266	0,426102
	Resultados para Estudiante 9:	"requerimiento": "Energías renovables y sostenibilidad", "perfil_mercado": "Energía solar, gestión de recursos, políticas ambientales"},					
31	Filosofía Letras	Política y Sociedad	0,414191	0,401572	1.094.009	0,40788	0,401572
26	Negocios analítica	Optimización de Negocios	0,350453	0,384812	1.109.224	0,36763	0,384812
20	Salud pública	Políticas de Salud	0,289961	0,39976	1.095.664	0,34486	0,39976
35	Ingeniería Agropecuaria	Producción Agrícola II	0,336759	0,342781	1.146.490	0,33977	0,342781
	Resultados para Estudiante 10:	"requerimiento": "Educación y tecnología", "perfil_mercado": "Plataformas educativas, aprendizaje en línea, tecnología educativa"},					
31	Filosofía Letras	Política y Sociedad	0,516946	0,284889	1.195.919	0,40092	0,284889
16	Inteligencia artificial	Aprendizaje Profundo	0,381957	0,412407	1.084.060	0,39718	0,412407
5	Ingeniería de sistemas	Programación Avanzada	0,404004	0,385799	1.108.333	0,3949	0,385799
13	Ciencias de la computación	Inteligencia Artificial	0,362614	0,317245	1.168.551	0,33993	0,317245

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4<sup>15</sup>.

Es importante resaltar la consistencia de los resultados con la pertinencia de formación. Para tal propósito, se utiliza la Guía de Evaluación de la Pertinencia de un Programa Académico de la UNAD, en Ochoa (2010). En la guía se establece que la pertinencia de un programa

<sup>15</sup> Los nombres de los estudiantes se emplean únicamente para facilitar la diferenciación y comprensión.

académico “se construye a partir de la correlación entre los elementos de las dimensiones y, a su vez, la correlación con los elementos que conforman la propuesta pedagógica”. En este caso, cabe destacar que la oferta de asignaturas propuestas por el ecosistema proviene de los programas de pregrado que cuentan con una aprobación de un *Registro Calificado* para su funcionamiento. Este registro tiene en cuenta que “los componentes formativos estén en armonía con las habilidades del contexto internacional, nacional, y local orientadas al desarrollo de las capacidades para aprender a aprender”, como lo manifiesta el Decreto 1330 del 2019, del Ministerio de Educación Nacional.

Con base en lo anterior, se procede a revisar la pertinencia, a partir de la congruencia de las asignaturas con las competencias de formación planteadas. Para ello, se extrae uno de los resultados obtenidos en la tabla anterior.

En el caso de la formación de la estudiante 7, cuyo requerimiento es el desarrollo de habilidades en "Bioinformática y genómica", el perfil del mercado laboral requerido en ese campo es el "Análisis de secuencias genómicas, medicina personalizada, Big data en biología". A partir de lo anterior, se observa consistencia entre el contenido y la denominación de la formación particular recomendada por el Ecosistema Educativo Inteligente, que es *Ciencia de Datos en Biología*. Además, la oferta de asignaturas propuestas por el Ecosistema Educativo se encuentra dentro del campo específico de los programas de Bioinformática y Biotecnología.

En este orden, para validar que las asignaturas corresponden con el requerimiento de formación, se procede a realizar una búsqueda en Google de la oferta de programas en este campo. El objetivo es verificar si estas asignaturas están contenidas en sus planes de estudio de los programas existentes. La siguiente tabla muestra la correspondencia entre las asignaturas propuestas por el Ecosistema Educativo Inteligente y los planes estudios del Máster en Bioestadística y Bioinformática y del Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de

Másteres y Posgrados, con el Grado de Medicina de la Universidad de Granada, el curso de Big-Data en diferentes escenarios: desde Bioinformática a Ciencias Sociales de la Universidad Complutense de Madrid, del pregrado en Biología Aplicada de la Universidad Militar Nueva Granada y del Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/Biophysics and Quantitative Biotechnology de la Universidad de Zaragoza. En todos estos programas, se identifica que los contenidos propuestos por el ecosistema coinciden con la formación requerida.

**Tabla 10 Correspondencia de las asignaturas propuestas por el ecosistema para la formación en "Ciencias de Datos en Biología" y las asignaturas de diferentes programas disponibles en el mercado**

Programa	Asignatura	Competencia de formación en Ciencia de Datos en Biología	Máster en Bioestadística y Bioinformática del Centro Europeo de Másteres y Posgrados	Universidad de Granada	Universidad Complutense de Madrid	Universidad Nueva Granda Militar	Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/Biophysics and Quantitative Biotechnology de la Universidad de Zaragoza	Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados
Bioinformática	Introducción a Big Data en Biología: Definición y alcance de Big Data en biología, aplicaciones y desafíos.	Aplicación de técnicas de gestión de datos a grandes volúmenes de datos biológicos. Interpretación y utilización de los resultados del análisis de Big Data para responder preguntas biológicas. Uso efectivo de herramientas y software de análisis de datos. Interpretación de resultados desde una perspectiva biológica y genética			<p><b>Big-Data en diferentes escenarios: desde Bioinformática a Ciencias Sociales. Cód. B06</b></p> <p><b>Curso PROGRAMA:</b> Introducción a Big Data y metodologías de análisis. - Métodos específicos de análisis masivo de datos: Hadoop y MapReduce. - Métodos estadísticos aplicados al estudio de grandes cantidades de datos. - Análisis de datos complejos y heterogéneos. - Integración Big Data e Inteligencia Artificial. - Métodos de clasificación, clustering y análisis de datos basados en redes neuronales artificiales. - Técnicas combinadas Big Data, Data Scrambling y Data Analytics. • Soluciones de casos reales de aplicación Big Data. - Bioinformática y biología computacional. - Biología de sistemas e integrativa. - Genómica y medicina personalizada. - Big Data en biomedicina y salud. - Impacto del acceso masivo de datos en Economía y sistemas financieros: aproximación al</p>		<p>Curso Académico: 2022/23</p> <p>Información del Plan Docente</p> <p>Asignatura: 68461 - Big Data en Biología</p> <p>Block 1: Reviewing the main fields and applications of data science in Bio-medicine &amp; setting up the course. Block 2: Gene expression modelling in Bulk sequencing data. Block 3: Complex designs, batch effects and biological interpretation of genomic analyses. Block 4: Single-cell - omics technologies: data generation, and analytic strategies in complex tissues. Block 5: Ethics and reproducibility in data analysis in Bio-medicine. Block 6: Course</p>	

Programa	Asignatura	Competencia de formación en Ciencia de Datos en Biología	Máster en Bioestadística y Bioinformática del Centro Europeo de Másteres y Posgrados	Universidad de Granada	Universidad Complutense Madrid	de	Universidad Nueva Granda	Militar	Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/Biophysics and Quantitative Biotechnology de la Universidad de Zaragoza	Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados
Biotecnología	<p><b>Biología Molecular:</b> Estructura y función de las biomoléculas, técnicas de biología molecular.</p>	<p>• Diseño y ejecución de análisis de secuencias y experimentos genéticos.</p>		<p><b>Grado en Guía docente de Biología Molecular (222111A): Grado en Medicina</b></p> <p><b>Tema 1.</b> Campo de estudio de la Biología Molecular. Experimentos clásicos sobre la identidad del material genético. Concepto de cromosoma y genoma. Características de los genomas. Genoma humano.</p> <p><b>Tema 2.</b> Replicación del material genético. Síntesis de ADN en procariotas. Inicio, elongación y terminación de la réplica. ADN-polimerasas. Replicación en eucariotas.</p> <p><b>Tema 3.</b> Reparación del ADN. Mutación y agentes mutagénicos. Reparación de apareamientos incorrectos. Reparación por corte de nucleótido. Reparación directa. Reparación propensa a error.</p> <p><b>Tema 4.</b> Transcripción. Proceso de transcripción desde el ADN al ARN en procariotas. Iniciación, elongación y terminación. Factores de transcripción. Secuencias promotoras de consenso. Transcripción en eucariotas. Transcripción inversa.</p> <p><b>Tema 5.</b> Procesamiento del ARN. Modificación del transcrito primario. Eliminación de secuencias.</p>	fenómeno fintech. Robo-Advisors. Exploración espacial.				recapitulation, and seminar presentations.	<p><a href="#">Módulo 3. Biología molecular de la célula</a></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La célula.</li> <li>2. Técnicas de cultivos celulares.</li> <li>3. Técnicas de microscopía para el estudio celular I.</li> <li>4. Técnicas de microscopía para el estudio celular II.</li> <li>5. Técnicas de microscopía para el estudio celular III.</li> </ol>

Programa	Asignatura	Competencia de formación en Ciencia de Datos en Biología	Máster en Bioestadística y Bioinformática del Centro Europeo de Másteres y Posgrados	Universidad de Granada	Universidad Complutense Madrid	de	Universidad Nueva Granda	Militar	Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/Biophysics and Quantitative Biotechnology de la Universidad de Zaragoza	Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados
				<p>Intrones y exones. Variedades de splicing. Síntesis de la caperuza y poliadenilación.</p> <p><b>Tema 6.</b> Código genético. Características generales. Estructura y función de los ARNt. Balanceo codón-anticodón.</p> <p><b>Tema 7.</b> Síntesis y procesamiento de proteínas. Activación de los aminoácidos. Inicio de la traducción, fase de elongación, terminación del proceso. Características de la traducción en eucariotas. Procesamiento de los precursores proteicos.</p> <p><b>Tema 8.</b> Regulación de la expresión génica. Puntos potenciales de regulación. Regulación de la ARN-polimerasa: afinidad por el promotor, interacción con factores de transcripción. Represión e inducción de la transcripción. Regulación del operón lac. Otros ejemplos de regulación.</p> <p><b>Tema 9.</b> Genes implicados en la regulación del ciclo celular. Genes implicados en la carcinogénesis. Patología molecular.</p> <p><b>Tema 10.</b> Tecnología del ADN recombinante. Ingeniería genética. Reprogramación celular.</p>						
Bioinformática	Análisis de Secuencias: Secuenciación del genoma, análisis funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño y ejecución de análisis de secuencias y experimentos genéticos.</li> </ul>							<p><a href="#">Módulo 4. Bioinformática aplicada a la biología molecular</a></p> <p>1. Introducción.</p>	

Programa	Asignatura	Competencia de formación en Ciencia de Datos en Biología	Máster en Bioestadística y Bioinformática del Centro Europeo de Másteres y Posgrados	Universidad de Granada	Universidad Complutense Madrid	de	Universidad Militar Nueva Granda	Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/Biophysics and Quantitative Biotechnology de la Universidad de Zaragoza	Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados
Biotecnología	Genética: Genética mendeliana y molecular, biotecnología, genética de poblaciones.	• Diseño y ejecución de análisis de secuencias y experimentos genéticos.	<a href="#">Módulo 1. Tecnologías de análisis y manipulación de ácidos nucleicos</a>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ADN.</li> <li>2. ARN.</li> <li>3. Purificación, cuantificación y separación de ácidos nucleicos.</li> <li>4. Extracción de ADN de muestras habituales.</li> <li>5. Genes y genoma.</li> <li>6. Cromosomas</li> <li>7. Estudio de los cromosomas.</li> <li>8. Mutaciones y polimorfismos.</li> <li>9. División celular.</li> <li>10. Replicación y reparación del ADN.</li> <li>11. Transcripción.</li> <li>12. Traducción.</li> <li>13. Control de la expresión genética en procariontes.</li> <li>14. Control de la expresión genética en eucariotas I.</li> <li>15. Control de la expresión genética en eucariotas II.</li> </ol>	<p><b>PREGRADO EN BIOLOGÍA APLICADA:</b>  <b>Asignatura: Genética.</b>  Justificación:  La asignatura brindará al estudiante las bases teóricas y prácticas de la genética clásica. Esta comprende las leyes Mendelianas y sus excepciones, teoría de T. Morgan, bases generales del dogma central de la biología molecular, las implicaciones dadas por las mutaciones genéticas y la regulación génica en procariontes y eucariotas.</p>	<a href="#">Módulo 1. Tecnologías de análisis y manipulación de ácidos nucleicos</a>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Antecedentes históricos.</li> <li>3. Bases de datos.</li> <li>4. Genómica comparativa.</li> <li>5. Genómica funcional.</li> <li>6. <b>Análisis de secuencias y estructura de proteínas.</b></li> <li>7. Bioinformática aplicada al estudio de la expresión proteica: proteómica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ADN.</li> <li>2. ARN.</li> <li>3. Purificación, cuantificación y separación de ácidos nucleicos.</li> <li>4. Extracción de ADN de muestras habituales.</li> <li>5. Genes y genoma.</li> <li>6. Cromosomas</li> <li>7. Estudio de los cromosomas.</li> <li>8. Mutaciones y polimorfismos.</li> <li>9. División celular.</li> <li>10. Replicación y reparación del ADN.</li> <li>11. Transcripción.</li> <li>12. Traducción.</li> <li>13. Control de la expresión genética en procariontes.</li> <li>14. Control de la expresión genética en eucariotas I.</li> <li>15. Control de la expresión genética en eucariotas II.</li> <li>16. Epigenética.</li> <li>17. PCR.</li> <li>18. Tecnología del ADN recombinante.</li> <li>19. Secuenciación.</li> <li>20. Hibridación de ácidos nucleicos.</li> <li>21. Terapia génica.</li> <li>22. Masterclass María José Calasanz.</li> </ol>	

Programa	Asignatura	Competencia de formación en Ciencia de Datos en Biología	Máster en Bioestadística y Bioinformática del Centro Europeo de Másteres y Posgrados	Universidad de Granada	Universidad Complutense Madrid	de	Universidad Nueva Granada	Militar	Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/Biophysics and Quantitative Biotechnology de la Universidad de Zaragoza	Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados
			16. Epigenética. 17. PCR. 18. Tecnología del ADN recombinante. 19. Secuenciación. 20. Hibridación de ácidos nucleicos. 21. Terapia génica. 22. Masterclass María José Calasanz.							

Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en los sitios web de las universidades: Universidad Militar Nueva Granada, Universidad de Granada, Universidad de Zaragoza y el Centro Europeo de Másteres y Posgrados.

## **ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA Personalized Education**

### **Contenido Programático para Estudiante 7: Programa: Ciencia de Datos en Biología**

Objetivos del programa:

El objetivo de este programa es combinar la comprensión de los principios y conceptos básicos de la biología, con las habilidades y competencias requeridas para el análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos biológicos. Los estudiantes aprenderán a aplicar técnicas de análisis de datos a problemas biológicos, incluyendo el uso de técnicas de biología molecular, análisis de secuencias genéticas y técnicas de genética. Al finalizar el programa, los estudiantes estarán equipados para abordar problemas científicos complejos en la intersección de las ciencias de la vida y los datos.

Módulos principales:

1. Introducción a Big Data en Biología: Definición y alcance de Big Data en biología, aplicaciones y desafíos.
2. Biología Molecular: Estructura y función de las biomoléculas, técnicas de biología molecular.
3. Genética: Genética mendeliana y molecular, biotecnología, genética de poblaciones.
4. Análisis de Secuencias: Secuenciación del genoma, análisis funcional del genoma, técnicas de alineación de secuencias, análisis comparativo del genoma.
5. Manipulación y Análisis de Big Data en Biología: Herramientas y técnicas para recopilar, organizar, almacenar y analizar datos biológicos. Uso de software especializado.

Competencias adquiridas:

Los graduados del programa estarán equipados para desempeñar un papel activo en la exploración y explotación de Big Data en biología. Las competencias específicas incluyen:

- Aplicación de técnicas de gestión de datos a grandes volúmenes de datos biológicos.
- Interpretación y utilización de los resultados del análisis de Big Data para responder preguntas biológicas.
- Diseño y ejecución de análisis de secuencias y experimentos genéticos.
- Uso efectivo de herramientas y software de análisis de datos.
- Interpretación de resultados desde una perspectiva biológica y genética.

Aplicaciones prácticas:

Los graduados podrán aplicar sus habilidades en una serie de roles incluyendo:

- Biólogo de investigación en academias, instituciones de investigación o industria.
- Científico de datos con especialización en biología.
- Genetista en empresas de diagnóstico o biotecnología.

Evaluación del aprendizaje:

Con el fin de evaluar el progreso del estudiante en el cumplimiento de los objetivos del programa, los métodos de evaluación incluirán, pero no se limitarán a exámenes escritos, presentaciones orales, informes de laboratorio, análisis de datos y un proyecto final basado en una cuestión real de la biología.

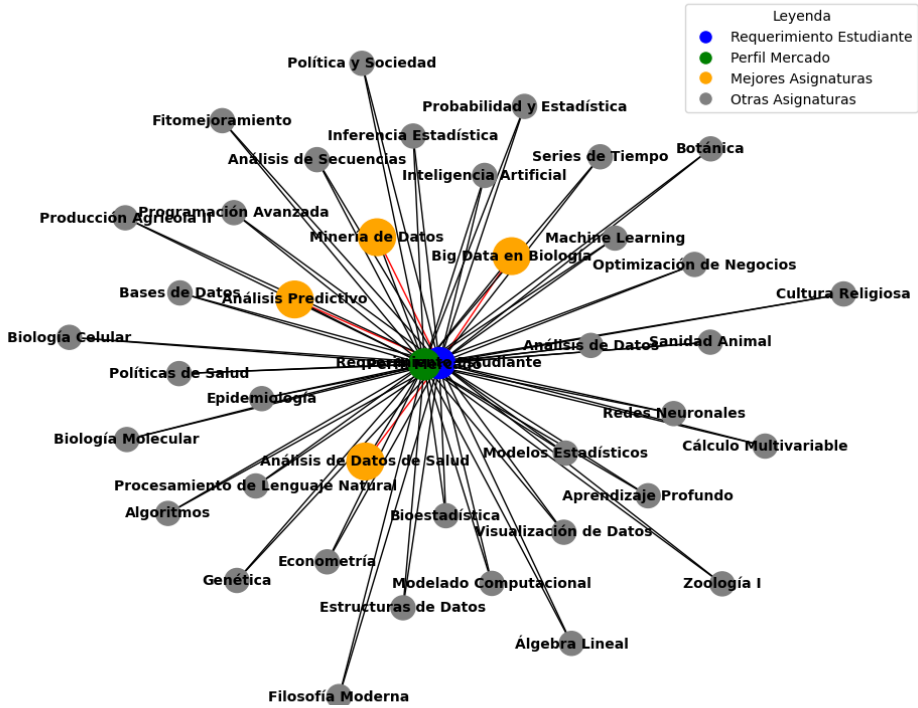
Al segmentar el objetivo de formación contemplado en el plan de estudios de Ciencia de Datos en Biología, que es el resultado de la función de optimización planteada en la tesis, se puede evidenciar que cada componente está orientado a desarrollar la habilidad. Por ejemplo, en el caso de *Big Data en Biología*, se busca que la estudiante adquiera la capacidad de aplicar técnicas de gestión de grandes volúmenes de datos biológicos, interpretar y utilizar los resultados del análisis de Big Data para responder preguntas biológicas, hacer uso efectivo de herramientas y software de análisis de datos y la interpretación de resultados desde una perspectiva biológica y genética. Estas competencias se abordan en el curso ofrecido por la Universidad Complutense de Madrid y en el Master de la Universidad de Zaragoza.

De la misma manera, *Biología Molecular*, presente en el plan de estudios del programa de Medicina de la Universidad de Granada y del Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados, permite a los estudiantes desarrollar las habilidades en el diseño y ejecución de análisis de secuencias y experimentos genéticos. Esto también se refleja en la asignatura de *Análisis de Secuencias*, que abarca temas como la Secuenciación del genoma, el análisis funcional del genoma, las técnicas de alineación de secuencias y el análisis comparativo del genoma. Esta asignatura está presente dentro de los módulos de *Bioinformática aplicada a la biología* molecular del Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados. Además, la asignatura de *Genética*, que cubre temas relacionados con genética mendeliana y molecular, biotecnología, genética de poblaciones, está presente en los planes de estudios del Máster en Bioestadística y Bioinformática y del Máster en Biología Molecular del Centro Europeo de Másteres y Posgrados, así como en el pregrado en Biología Aplicada, de la Universidad Militar Nueva Granada.

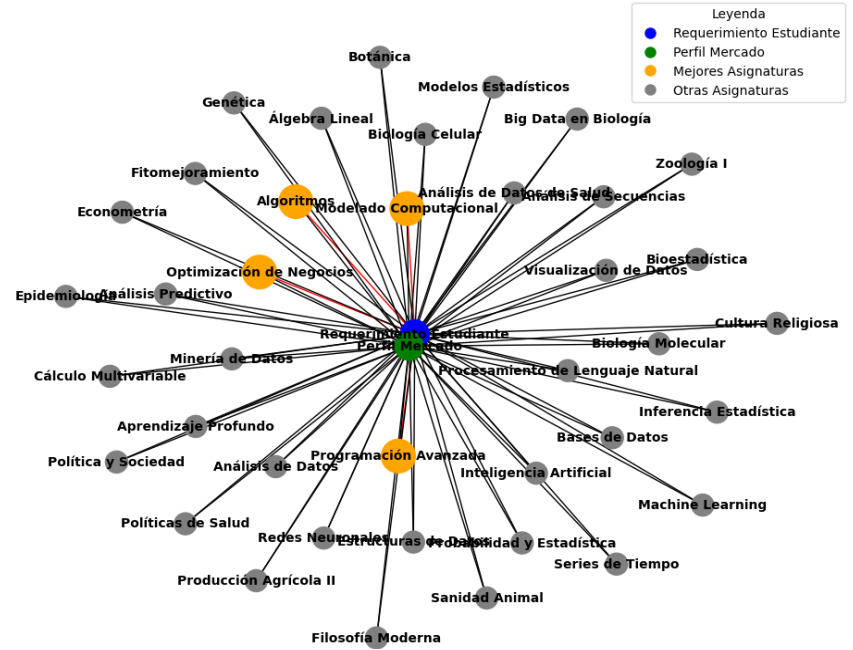
A continuación, se presentan las redes de conexiones de las asignaturas para cada estudiante y en el Apéndice 1 se pueden observar los contenidos programáticos de cada requerimiento de los estudiantes, los cuales son el resultado de la función de optimización.

# ILUSTRACIÓN 22 RED DE CONEXIÓN DE ASIGNATURAS PARA LA FORMACIÓN ÓPTIMA DE CADA ESTUDIANTE SEGÚN EL REQUERIMIENTO Y EL PERFIL DEL MERCADO Y EL PERFIL DEL MERCADO

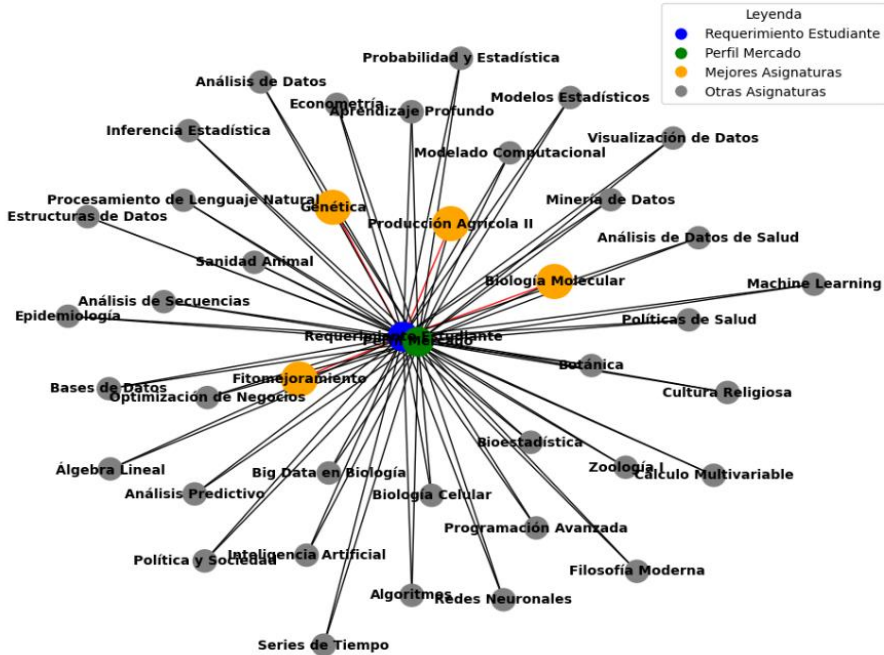
Red de Conexiones para Estudiante 1



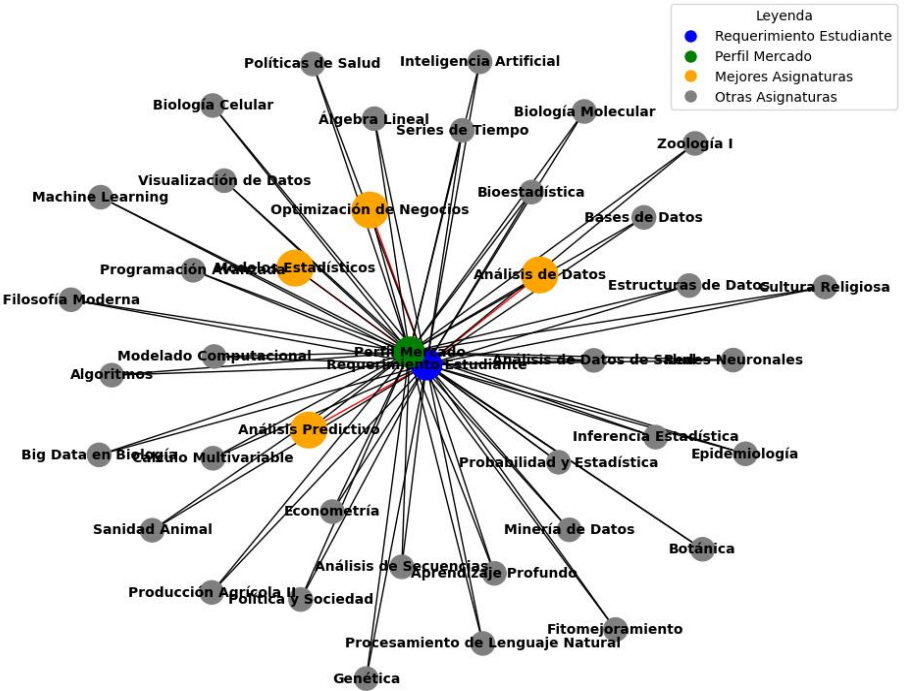
Red de Conexiones para Estudiante 2



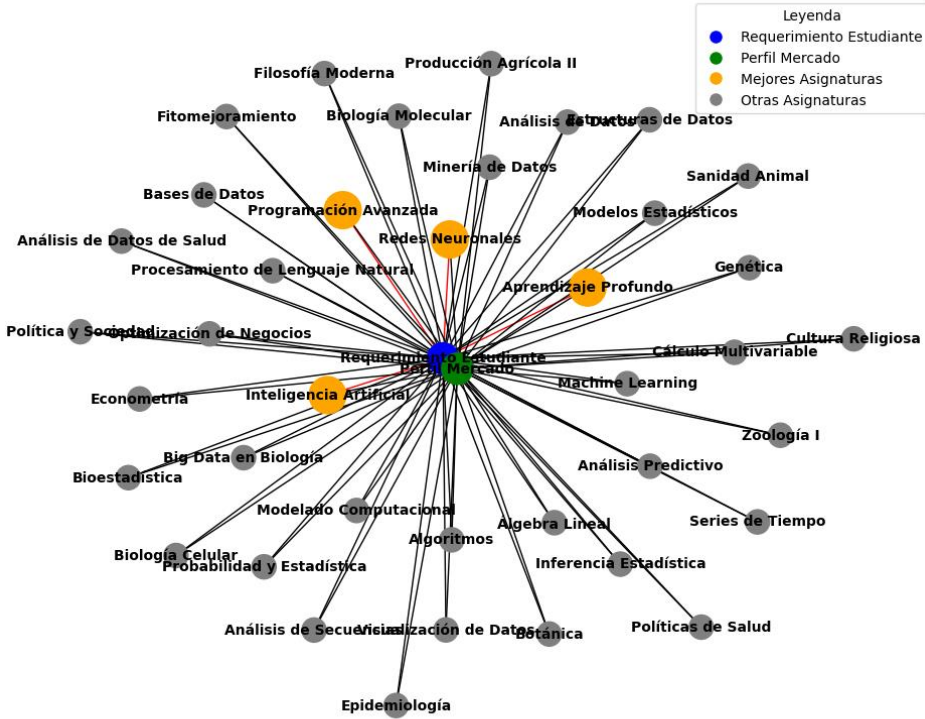
Red de Conexiones para Estudiante 3



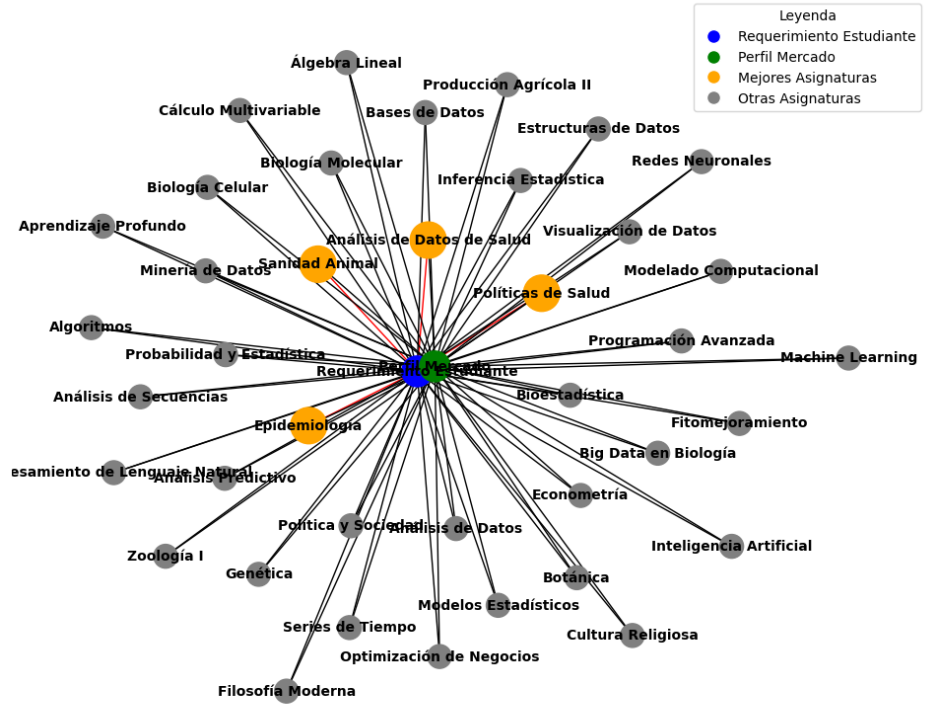
Red de Conexiones para Estudiante 4



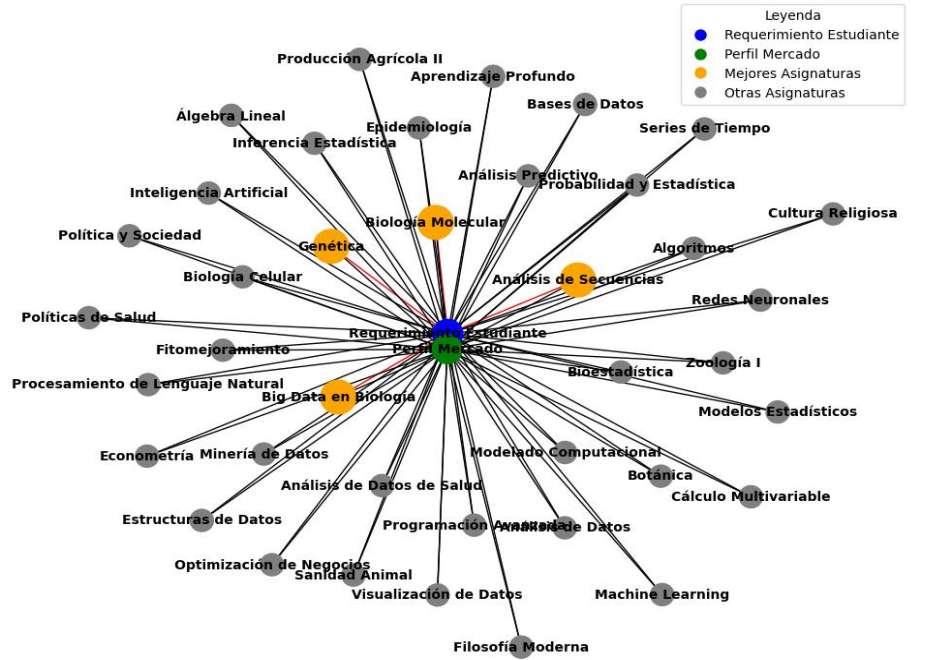
Red de Conexiones para Estudiante 5



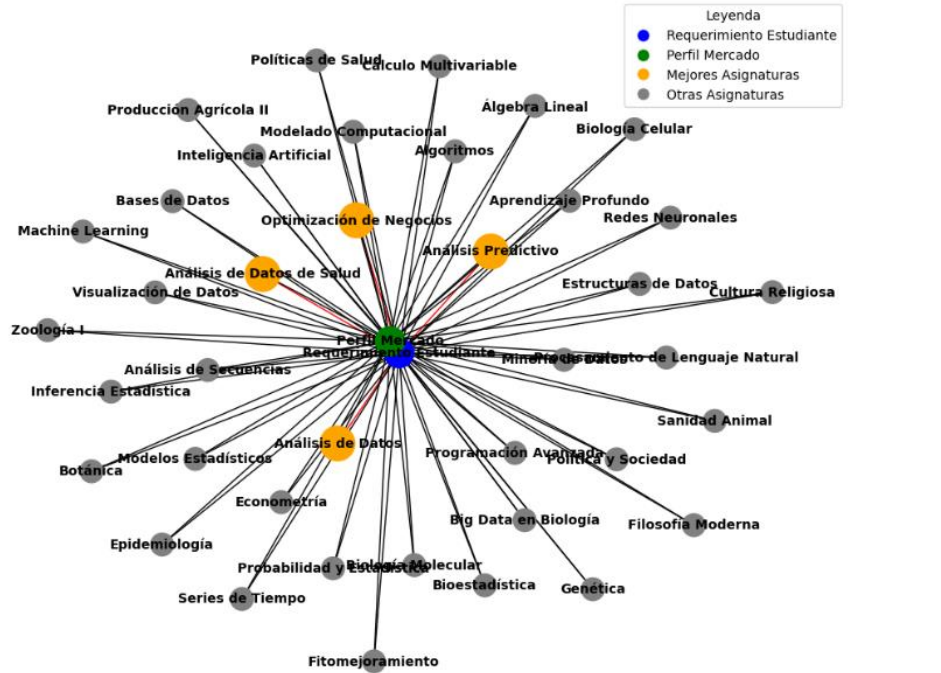
Red de Conexiones para Estudiante 6

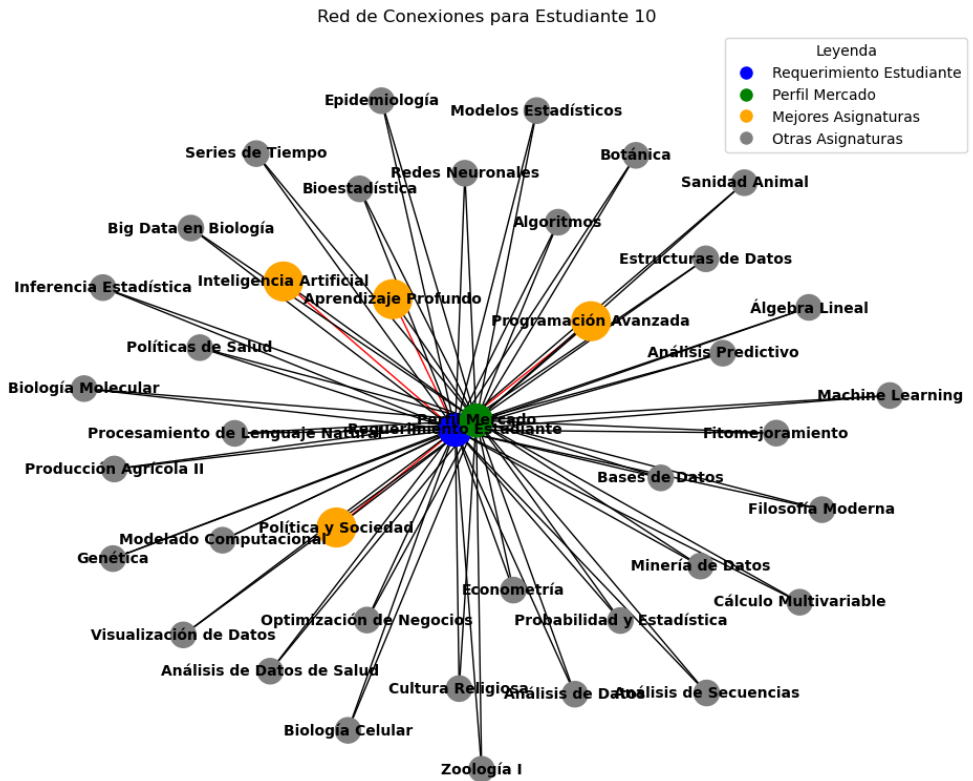
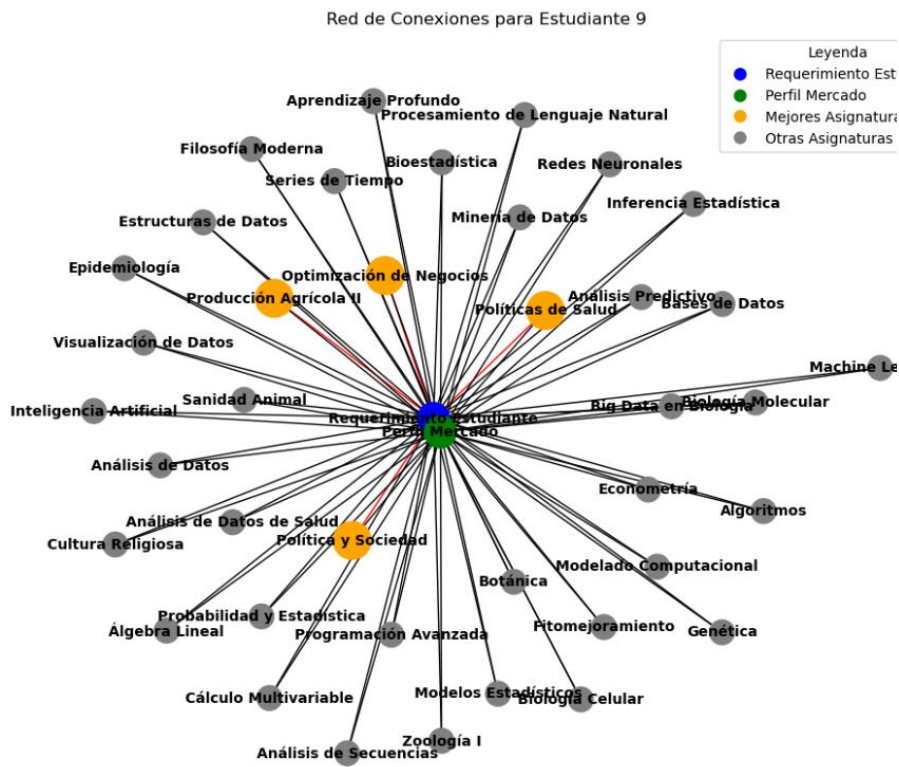


Red de Conexiones para Estudiante 7



Red de Conexiones para Estudiante 8

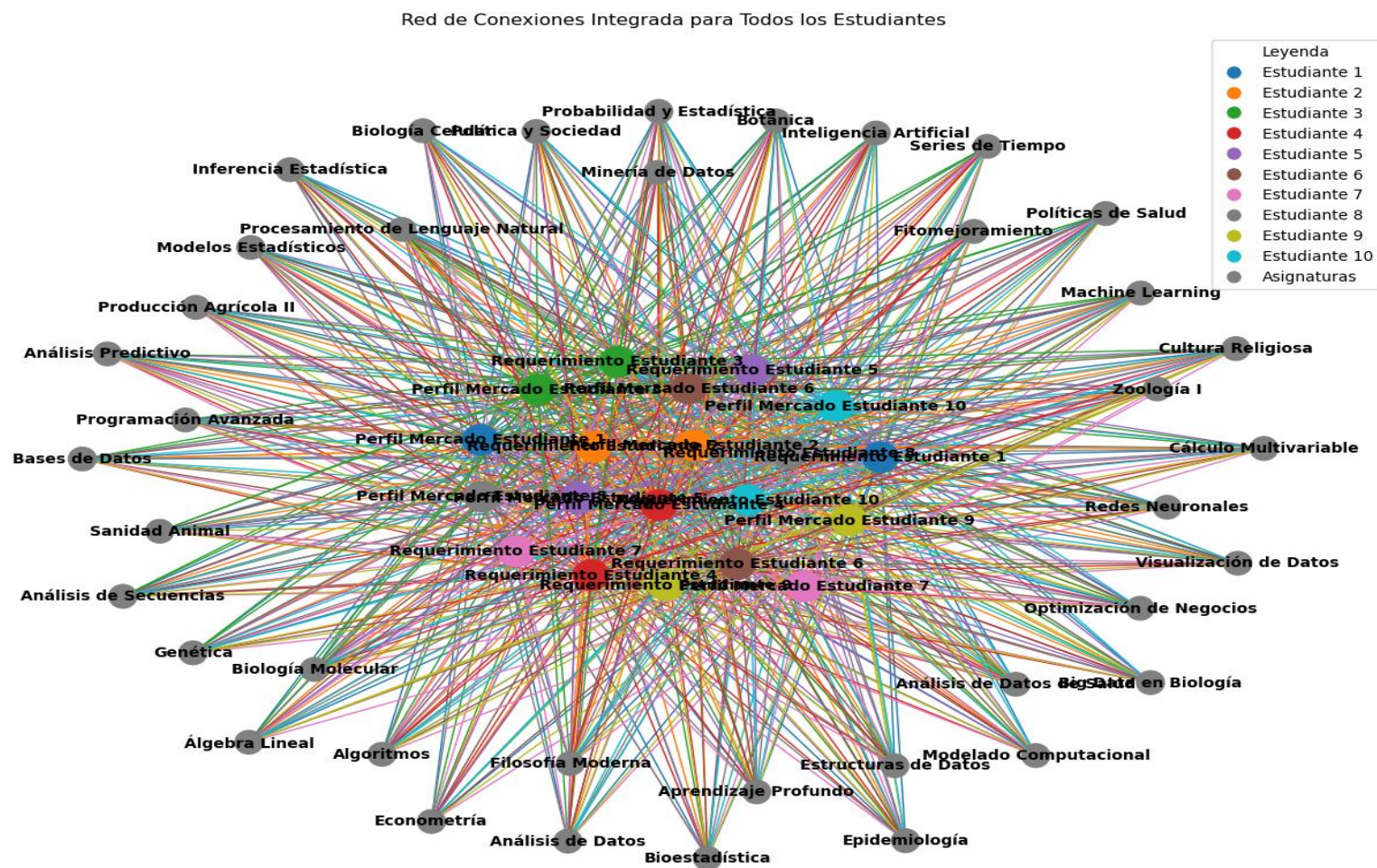




Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Los nombres de los estudiantes se emplean únicamente para facilitar la diferenciación y comprensión.

## Ilustración 23 Red Integrada de todos los estudiantes



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

La red integrada de todos los estudiantes muestra cómo los 10 estudiantes con requerimientos específicos terminan aprovechando la capacidad de cada programa académico. Esta capacidad, al conectarse con otras disciplinas permite la captura de valor, y se retornar al mercado. Como lo menciona Creus (2015), cuando las organizaciones se conciben como sistemas, el resultado es un desborde de valor, un concepto ya mencionado anteriormente. Este desborde de valor se amplifica cuando más agentes participan en el sistema, debido a su capacidad de acción. De igual manera, dadas las condiciones iniciales de cada participante, el ecosistema tiene la capacidad de generar una *ordenación jerárquica* de las alternativas existentes y proporcionar a cada estudiante los mejores resultados posibles.

El sistema que se construye a partir de las dotaciones iniciales (programas y asignaturas, perfiles de mercado y requerimiento del estudiante) permite que la acción de cada uno influya en los demás componentes. Esta dinámica está alineada con el principio de *causalidad circular o codeterminación recíproca*. Los agentes, (direcciones y/o facultades o, en su defecto universidades que participen en el ecosistema), mantienen su autonomía. No obstante, por ejemplo, la creación de una nueva facultad o la eliminación de un programa que estaba participando en el sistema genera un cambio en las alternativas de interacción.

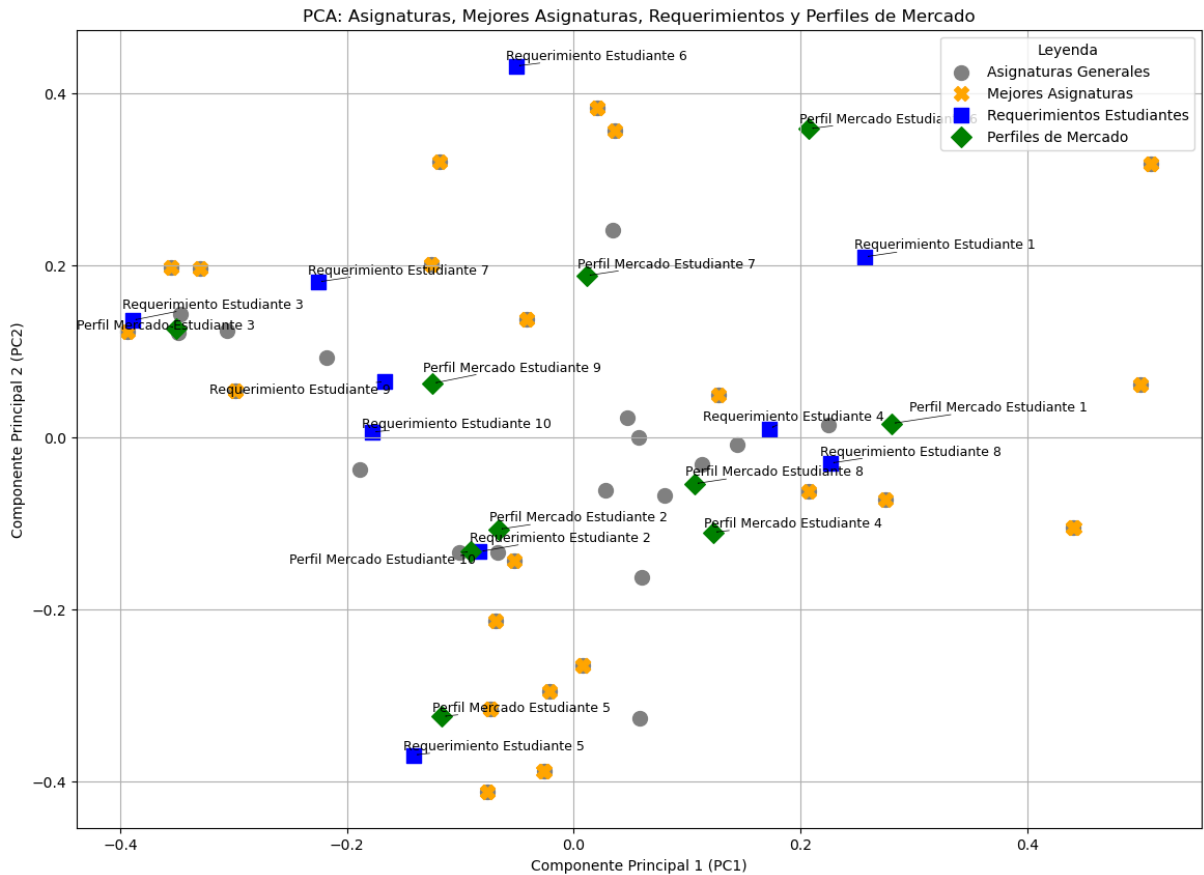
Por otra parte, la congruencia de los perfiles y los requerimientos de formación hacia el centro de la red señala una *limitación del sistema* en esta etapa, desde de la perspectiva de la Teoría de Sistemas. Esto implica que el ecosistema aquí creado puede realizar muchas interacciones, pero estas son limitadas, y estarán determinadas en el marco del sistema y de sus posibilidades. En este contexto, se infiere que, en la medida que se generen conexiones eficientes, *la aleatoriedad* de la respuesta irá disminuyendo, puesto que los modelos de IA

estarán capturando las mejores opciones que han sido seleccionadas por los usuarios, lo que llevará al sistema de recomendación a ofrecer combinaciones similares de manera consistente.

La siguiente ilustración presenta la reducción de dimensionalidad mediante PCA. Este resultado es particularmente interesante, ya que permite a las IES identificar la cercanía o lejanía de sus asignaturas respecto las necesidades de formación y los perfiles del mercado. En la ilustración, se representa naranja, se representa la ubicación de las mejores asignaturas en relación con los requerimientos del estudiante (en azul), los perfiles del mercado (en verde) y en gris, las demás asignaturas. Se observa cómo el Ecosistema Educativo Inteligente, proporciona las mejores opciones, que se los estudiantes 3 y 5, la concentración entre las mejores alternativas a su requerimiento y perfil es mayor que la de los estudiantes 6 y 7, sin que las opciones de estudio que les proporcionó el ecosistema inteligente sean inapropiadas. Como se identificó en el ejemplo del estudiante 7, ampliamente desarrollado en el apartado anterior, se pudo identificar que existe una alineación precisa entre las asignaturas seleccionadas y sus necesidades.

En este sentido, estas concentraciones están marcadas por el tipo de requerimiento. Evidentemente, dependiendo de la disponibilidad de asignaturas en el ecosistema y su orientación, estas representarán diferentes grados de cercanías con el mercado, reflejando así la concentración de las opciones de formación que mejor se alinean con los perfiles laborales y los requerimientos de los estudiantes.

## Ilustración 24 Reducción de dimensionalidad por Análisis de Componentes Principales. Asignaturas, mejores asignaturas, requerimientos y perfiles de mercado.



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

## Simulación 5. Ecosistema Educativo Inteligente Autoorganizado ELE-IA

En esta parte del ecosistema se realiza una interacción entre las asignaturas de 13 programas de pregrado, de manera que generen formaciones óptimas en diferentes campos que sean requeridos por el mercado laboral. Esta serie de interacciones da lugar a la detección de capacidades ocultas, producto de las múltiples conexiones entre los contenidos programáticos de las asignaturas de cada programa. Además, se aprovecha la capacidad de establecer relaciones con los perfiles requeridos en el mercado laboral, los cuales son proporcionados a través de Inteligencia Artificial. El objetivo de esta interacción es generar la mayor cantidad de

conexiones posibles entre las asignaturas, partiendo de los requerimientos de formación suministrados por la IA.

Al igual que en las simulaciones anteriores, el ecosistema permite calcular la formación óptima de acuerdo con las necesidades de formación y el perfil requerido a través de la similitud de coseno. En este caso, se parametriza el ecosistema con un objetivo de 0.88 en la similitud de coseno, con el fin de evitar la saturación de la gráfica y permitir la visualización de la cantidad de conexiones realizadas en el ecosistema. De esta manera, se logra satisfacer la demanda de formación que sea posible, utilizando la capacidad instalada de la IES.

A continuación, se presenta el código y los resultados de ELE-IA:

```
openai.api_key = "sk-proj-"  
  
def obtener_embedding(texto, modelo="text-embedding-3-large"):  
    try:  
        respuesta = openai.Embedding.create(model=modelo, input=texto)  
        embedding = respuesta.data[0].embedding  
        return np.array(embedding)  
    except Exception as e:  
        print(f"Error al obtener el embedding: {e}")  
        return None  
  
Diccionario de programas y asignaturas  
programas_pregrado = {  
    "Matemáticas aplicadas": ["Álgebra Lineal", "Cálculo Multivariable", "Probabilidad y Estadística"],  
    "Ingeniería de sistemas": ["Estructuras de Datos", "Bases de Datos", "Programación Avanzada"],  
    "Biotecnología": ["Genética", "Biología Molecular", "Bioestadística"],  
    "Economía de datos": ["Econometría", "Análisis de Datos", "Machine Learning"],  
    "Ciencias de la computación": ["Algoritmos", "Inteligencia Artificial", "Minería de Datos"],  
    "Inteligencia artificial": ["Redes Neuronales", "Aprendizaje Profundo", "Procesamiento de Lenguaje Natural"],  
    "Salud pública": ["Epidemiología", "Análisis de Datos de Salud", "Políticas de Salud"],  
    "Bioinformática": ["Análisis de Secuencias", "Modelado Computacional", "Big Data en Biología"],  
    "Negocios y analítica": ["Análisis Predictivo", "Visualización de Datos", "Optimización de Negocios"],  
    "Estadística avanzada": ["Inferencia Estadística", "Modelos Estadísticos", "Series de Tiempo"],  
    "Filosofía y Letras": ["Cultura Religiosa", "Política y Sociedad", "Filosofía Moderna"],  
    "Ingeniería Agropecuaria": ["Sanidad Animal", "Fitomejoramiento", "Producción Agrícola II"],  
    "Biología": ["Botánica", "Zoología I", "Biología Celular"],  
}  
  
def similitud_coseno(vector1, vector2):  
    producto_punto = np.dot(vector1, vector2)  
    norma_vector1 = np.linalg.norm(vector1)  
    norma_vector2 = np.linalg.norm(vector2)  
    similitud = producto_punto / (norma_vector1 * norma_vector2)  
    return similitud  
  
Modelo integrado con pesos  
alpha, phi, delta, gamma, omega, tau, eta, theta = 0.2, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1  
  
Función para calcular la formación óptima para un estudiante  
def calcular_formacion_optima(estudiante):  
    .....  
    .....  
    .....  
  
Mostrar resultados para cada estudiante  
for resultado in resultados_estudiantes:
```

```

print(f"\nResultados para {resultado['nombre']}:")
print(resultado['df_resultados'].head(4))
print("\nMejores asignaturas:")
print(resultado['mejores_asignaturas'])

```

```

Función para generar contenido programático integrado
def generar_contenido_programatico(mejores_asignaturas):
    prompt = f"""
    Genera un plan de estudios consolidado basado en las siguientes asignaturas:
    {' '.join(mejores_asignaturas['Asignatura'].values)}
    Incluye:
    - Objetivos del programa
    - Módulos principales
    - Competencias adquiridas
    - Aplicaciones prácticas
    - Evaluación del aprendizaje
    """

```

```

respuesta = openai.ChatCompletion.create(
    model="gpt-4",
    messages=[
        {"role": "system", "content": "Eres un experto en diseño curricular."},
        {"role": "user", "content": prompt}
    ],
    max_tokens=700
)
return respuesta['choices'][0]['message']['content']

```

```

.....
.....
.....

```

```

adjust_text(textos, arrowprops=dict(arrowstyle='->', color='black', lw=0.5))

```

```

Leyenda
plt.legend(title="Leyenda", loc="upper right", labels=[
    "Asignaturas Generales",
    "Mejores Asignaturas",
    "Requerimientos Estudiantes",
    "Perfiles de Mercado"
])

```

```

Títulos y ejes
plt.xlabel("Componente Principal 1 (PC1)")
plt.ylabel("Componente Principal 2 (PC2)")
plt.title("PCA: Asignaturas, Mejores Asignaturas, Requerimientos y Perfiles de Mercado")
plt.grid(True)
plt.show()

```

```

Llamar a la función para generar la gráfica PCA integrada
grafico_pca_integrado(resultados_estudiantes, programas_pregrado)

```

```

.....
.....
.....

```

```

Función para generar un nombre de formación basado en las asignaturas
def generar_nombre_formacion(asignaturas):

```

```

    habilidades = []
    for asignatura in asignaturas:
        if "Datos" in asignatura:
            habilidades.append("Análisis de Datos")
        if "Inteligencia" in asignatura:
            habilidades.append("Inteligencia Artificial")
        if "Programación" in asignatura:
            habilidades.append("Desarrollo de Software")
        if "Biotecnología" in asignatura:
            habilidades.append("Biotecnología Aplicada")
        if "Marketing" in asignatura:
            habilidades.append("Marketing Digital")
        if "Estadística" in asignatura:
            habilidades.append("Estadística Avanzada")
        if "Genética" in asignatura:
            habilidades.append("Genética Molecular")
        if "Redes" in asignatura:

```

```

    habilidades.append("Redes de Computadoras")
if "Seguridad" in asignatura:
    habilidades.append("Seguridad Informática")
if "Diseño" in asignatura:
    habilidades.append("Diseño Gráfico")
if "Animación" in asignatura:
    habilidades.append("Animación 3D")
if "Realidad" in asignatura:
    habilidades.append("Realidad Virtual")
if "Finanzas" in asignatura:
    habilidades.append("Finanzas Corporativas")
if "Gestión" in asignatura:
    habilidades.append("Gestión de Proyectos")
if "Economía" in asignatura:
    habilidades.append("Economía Internacional")
if "Psicología" in asignatura:
    habilidades.append("Psicología Organizacional")
if "Recursos" in asignatura:
    habilidades.append("Recursos Humanos")
if "Consumidor" in asignatura:
    habilidades.append("Comportamiento del Consumidor")
if "Ingeniería" in asignatura:
    habilidades.append("Ingeniería de Software")
if "Bases" in asignatura:
    habilidades.append("Bases de Datos")
if "Cloud" in asignatura:
    habilidades.append("Cloud Computing")
if "Química" in asignatura:
    habilidades.append("Química Orgánica")
if "Nanotecnología" in asignatura:
    habilidades.append("Nanotecnología")
if "Materiales" in asignatura:
    habilidades.append("Materiales Avanzados")
if "Literatura" in asignatura:
    habilidades.append("Literatura Contemporánea")
if "Escritura" in asignatura:
    habilidades.append("Escritura Creativa")
if "Crítica" in asignatura:
    habilidades.append("Crítica Literaria")
if "Derecho" in asignatura:
    habilidades.append("Derecho Internacional")
if "Derechos" in asignatura:
    habilidades.append("Derechos Humanos")
if "Legislación" in asignatura:
    habilidades.append("Legislación Ambiental")
if "Seguridad y Defensa" in asignatura:
    habilidades.append("Seguridad Internacional")
return " + ".join(habilidades)

```

```

.....
.....
.....

```

```

leyenda = {
    "Asignaturas": "gray",
    "Formaciones Relevantes": "red"
}
handles = [plt.Line2D([0], [0], marker='o', color='w', markerfacecolor=color, markersize=10) for color in leyenda.values()]
labels_leyenda = leyenda.keys()
plt.legend(handles, labels_leyenda, title="Leyenda", loc="upper right")

plt.title('Mapa de Red: Asignaturas y Formaciones Relevantes')
plt.axis('off')
plt.show()

```

Perfiles de mercado de los estudiantes

```

estudiantes = [
    {"perfil_mercado": "Desarrollo de Software"},
    {"perfil_mercado": "Análisis de Datos"},
    {"perfil_mercado": "Biotecnología Aplicada"},
    {"perfil_mercado": "Inteligencia Artificial"},
    {"perfil_mercado": "Salud Pública"},
    {"perfil_mercado": "Negocios y Analítica"},
    {"perfil_mercado": "Estadística Avanzada"}
]

```

Obtener todas las asignaturas del diccionario

```

asignaturas = [asignatura for programa in programas_pregrado.values() for asignatura in programa]

```

```
Generar todas las combinaciones de asignaturas
combinaciones = generar_combinaciones(asignaturas)
```

```
.....
.....
.....
```

```
Imprimir las formaciones relevantes
print("Formaciones Relevantes para el Mercado Laboral:")
```

```
.....
.....
.....
    print(f"- {asignatura}")
```

```
Crear el mapa de red
crear_mapa_red(asignaturas, combinaciones_relevantes)
```

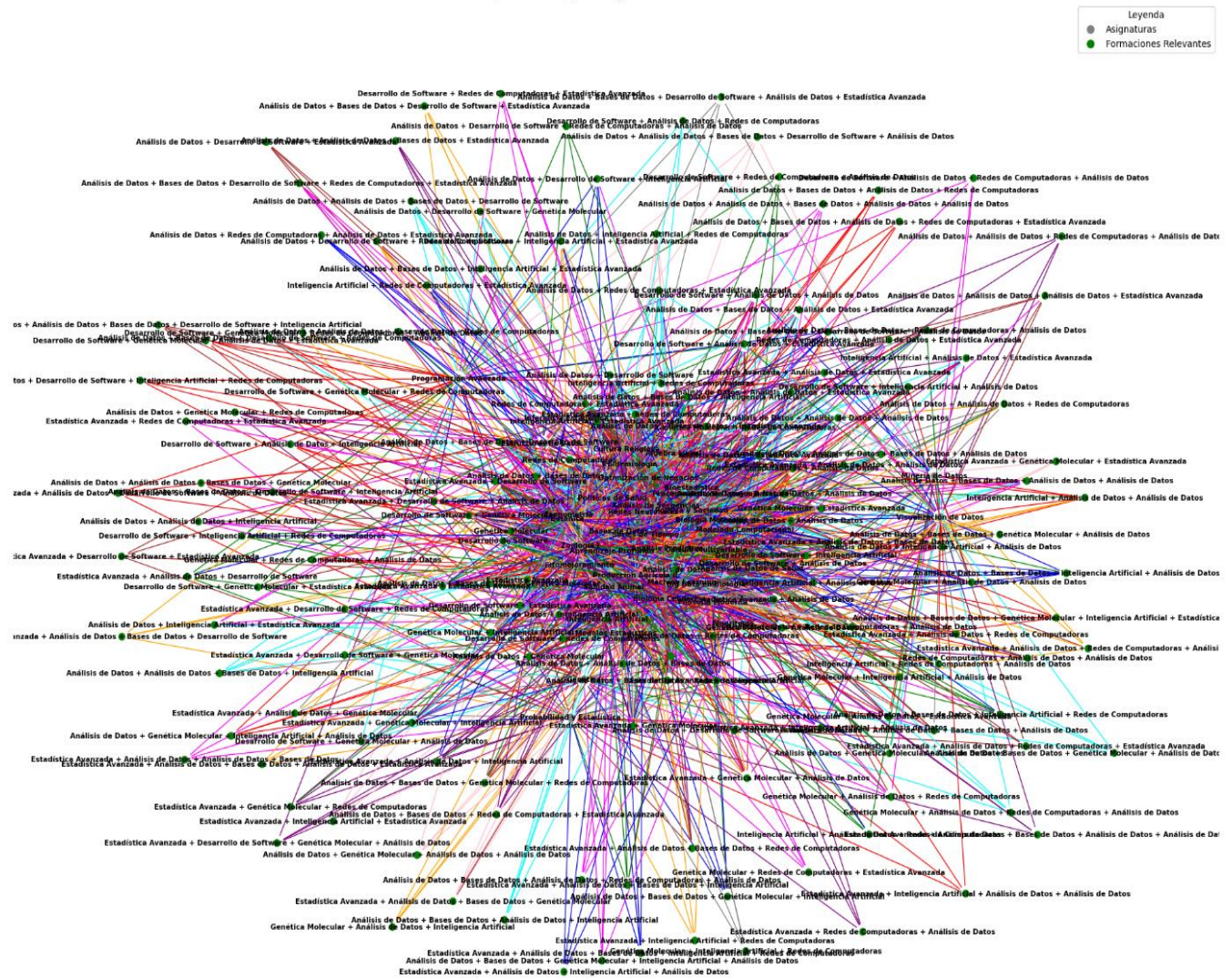
```
Crear el mapa de red
crear_mapa_red(asignaturas, combinaciones_relevantes)
# Limitar el número de combinaciones
combinaciones = generar_combinaciones(asignaturas, rango=(2, 3))
```

```
Filtrar solo las combinaciones más relevantes
combinaciones_relevantes = []
for combinacion in combinaciones:
    if es_relevante_para_mercado(combinacion, perfiles_mercado):
        combinaciones_relevantes.append(combinacion)
        if len(combinaciones_relevantes) >= 500: # Limitar a 10 combinaciones
            break
```

```
Crear el mapa de red solo con las combinaciones más relevantes
crear_mapa_red(asignaturas, combinaciones_relevantes)
```

# Ilustración 25 Red de combinaciones relevantes para los requerimientos de formación particular

Mapa de Red: Asignaturas y Formaciones Relevantes



Fuente: Elaboración propia con contenidos programáticos de las asignaturas generados por GPT-4

El resultado evidencia la cantidad de conexiones posibles que se generan en el ecosistema entre los agentes que participan. La complejidad se manifiesta en el número de interacciones entre los distintos componentes del sistema. Esto implica que el sistema provee de soluciones particulares ante una demanda de formación particular, logra conectar las capacidades de cada elemento, promoviendo el diálogo interdisciplinar entre los programas y

facultades de la IES. Además, las conexiones generadas como resultado de esta interacción conducen a una formación óptima y, a su vez, se transforman en nuevos elementos del sistema, cada uno con sus propias capacidades y posibilidades de generar nuevas relaciones con otros componentes.

El ecosistema es dinámico: la capacidad de cada uno de los elementos genera nuevas capacidades para la IES, también denominadas capacidades aumentadas de los agentes. En la ilustración 26 se presentan más de 12 mil combinaciones posibles con cerca de 25 asignaturas agrupadas entre 2 y 4, permitiendo así una formación específica. A continuación, se muestra un ejemplo de las posibles formaciones, y en el enlace de la referencia pueden consultarse las combinaciones con sus correspondientes asignaturas (Meneses-Eraso, 2020).

**Formaciones Relevantes para el Mercado Laboral:**

Formación: Análisis de Datos + Desarrollo de Software + Inteligencia Artificial

Asignaturas:

- Datos y Programación
- Inteligencia Artificial

Formación: Análisis de Datos + Desarrollo de Software + Estadística Avanzada

Asignaturas:

- Datos y Programación
- Estadística Avanzada

Formación: Análisis de Datos + Desarrollo de Software + Biotecnología Aplicada

Asignaturas:

- Datos y Programación
- Biotecnología Aplicada

Formación: Análisis de Datos + Desarrollo de Software + Marketing Digital

Asignaturas:

- Datos y Programación
- Marketing Digital

Formación: Análisis de Datos + Desarrollo de Software + Genética Molecular

Asignaturas:

- Datos y Programación
- Genética Molecular

Formación: Escritura Creativa + Crítica Literaria + Derecho Internacional + Legislación Ambiental

Asignaturas:

- Escritura Creativa
- Crítica Literaria
- Derecho Internacional
- Legislación Ambiental

Formación: Escritura Creativa + Crítica Literaria + Derecho Internacional + Derechos Humanos + Legislación Ambiental

Asignaturas:

- Escritura Creativa
- Crítica Literaria

- Derechos Humanos
- Legislación Ambiental

Formación: Escritura Creativa + Derecho Internacional + Derecho Internacional + Derechos Humanos + Legislación Ambiental

Asignaturas:

- Escritura Creativa
- Derecho Internacional
- Derechos Humanos
- Legislación Ambiental

Formación: Crítica Literaria + Derecho Internacional + Derecho Internacional + Derechos Humanos + Legislación Ambiental

Asignaturas:

- Crítica Literaria
- Derecho Internacional
- Derechos Humanos
- Legislación Ambiental

Se destaca que el Ecosistema Educativo Inteligente está construido en el corto plazo, lo que significa que tanto el capital físico (K) como el trabajo (L) son los existentes y disponibles en la institución educativa. Si bien, en un contexto tradicional, estos factores se consideran escasos, dentro de la estructura del ecosistema pueden generar dinámicas no lineales cuando se conectan con capacidades existentes tanto internas como externas de la institución.

La capacidad del generar soluciones de formación particular puede dar lugar a crecimientos no lineales, ya que cada nueva conexión genera nuevas posibilidades de interacción, como se ha evidenciado en la construcción del ecosistema educativo inteligente. En el caso práctico, cuando se genera una búsqueda de formación particular cuya combinación de asignaturas no estaba prevista en el ecosistema, la nueva conexión generada desencadena una serie de posibilidades de formación, lo que permite identificar capacidades ocultas o no evidentes en las IES.

Por otra parte, el flujo de información a través de las redes de internet crece de manera exponencial, y el uso de herramientas basadas en Inteligencia Artificial y Procesamiento de Lenguaje Natural seguirá expandiéndose y mejorándose para resolver ambigüedades y facilitar la interpretación y comprensión de necesidades específicas. En este sentido, el Ecosistema Educativo Inteligente tiene el potencial de perfeccionar las técnicas y los modelos

computacionales empleados, con el objetivo de satisfacer la necesidad de formación particular y el mejor aprovechamiento de las capacidades de los elementos del sistema.

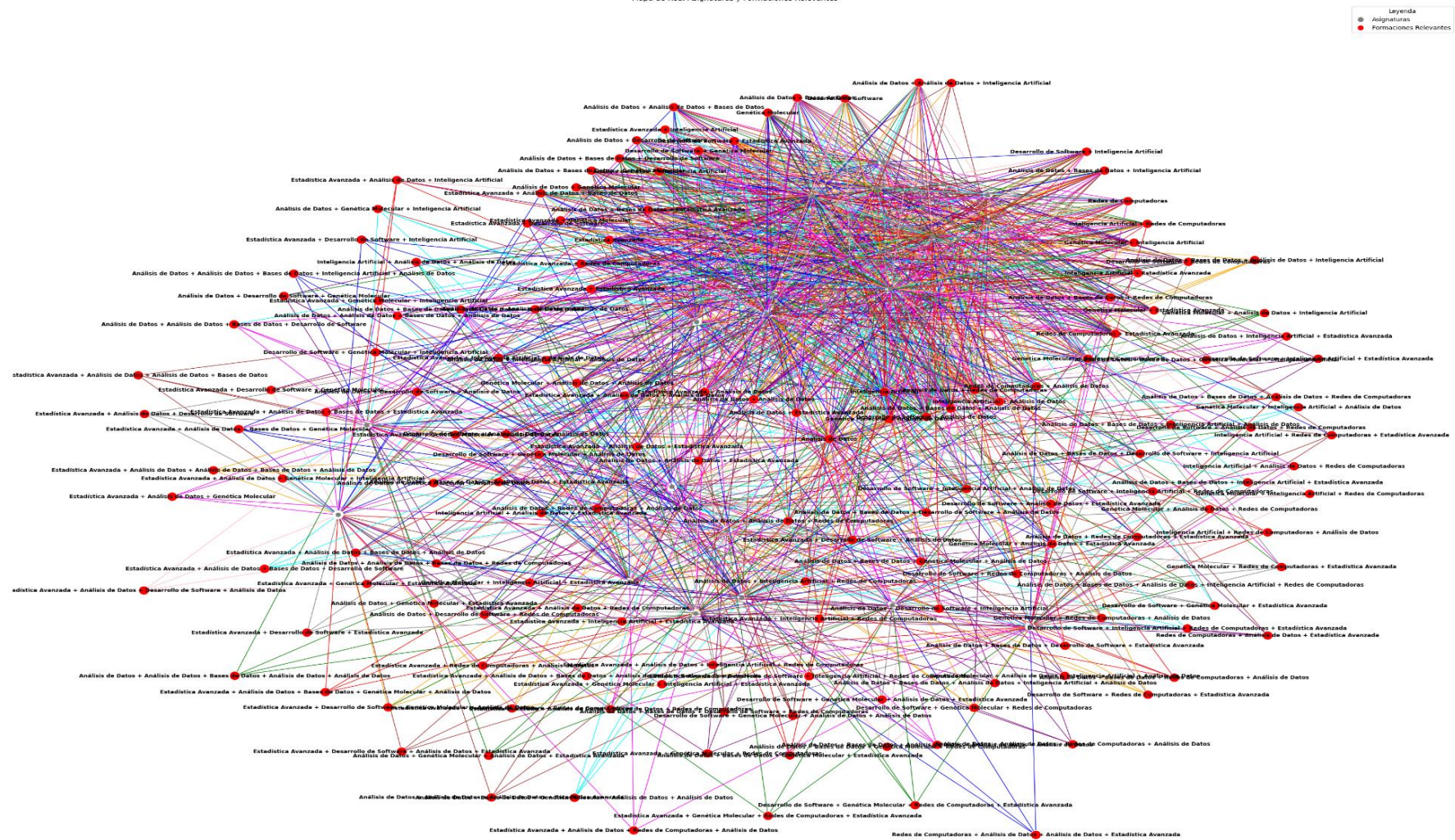
Como se ha mencionado, uno de los objetivos del ecosistema educativo inteligente es aprovechar la capacidad ociosa de la institución. Si bien esta podría optar por abrir nuevos cupos para una asignatura, esto implicaría un nuevo espacio físico o virtual que implicaría más capital y más trabajo (más aulas, más docentes). En ese sentido, este espacio del ecosistema pasaría del corto plazo al largo plazo, por la movilidad de factores. Esta nueva capacidad que la universidad incorpora y que pone al servicio del ecosistema podría, generar nuevas formas de interacción entre los elementos de ELE-IA.

En cuanto a los costos, aunque no se miden dentro del presente documento, si es posible contrastar el comportamiento de los costos de la oferta tradicional de programas académicos con el ecosistema educativo inteligente. ELE-IA se caracteriza por presentar costos marginales con tendencia a cero, en el corto plazo, dado que aprovecha la capacidad ociosa de los cursos ofertados en los diferentes programas de la IES, lo que implica la no generación de nuevos costos directos.

Como se explicó en el apartado sobre el modelo de economía colaborativa, la capacidad disponible se reincorpora al mercado y se genera captura de valor al conectarla con otra capacidad subutilizada. En este sentido, el comportamiento de los costos sigue esta tendencia, ya que se sustenta en el costo fijo, que es la docencia y el espacio que ya está asignado, y que tiene cupos disponibles. Así, el costo fijo medio se diluye a medida que los cupos ofertados se completan en su totalidad. Por lo tanto, dado que esta tendencia decreciente se mantiene en el corto plazo, los costos marginales tienden a cero, porque no dependen de la cantidad. Como resultado, la oferta de formaciones del ecosistema es positiva y con una tendencia al infinito.

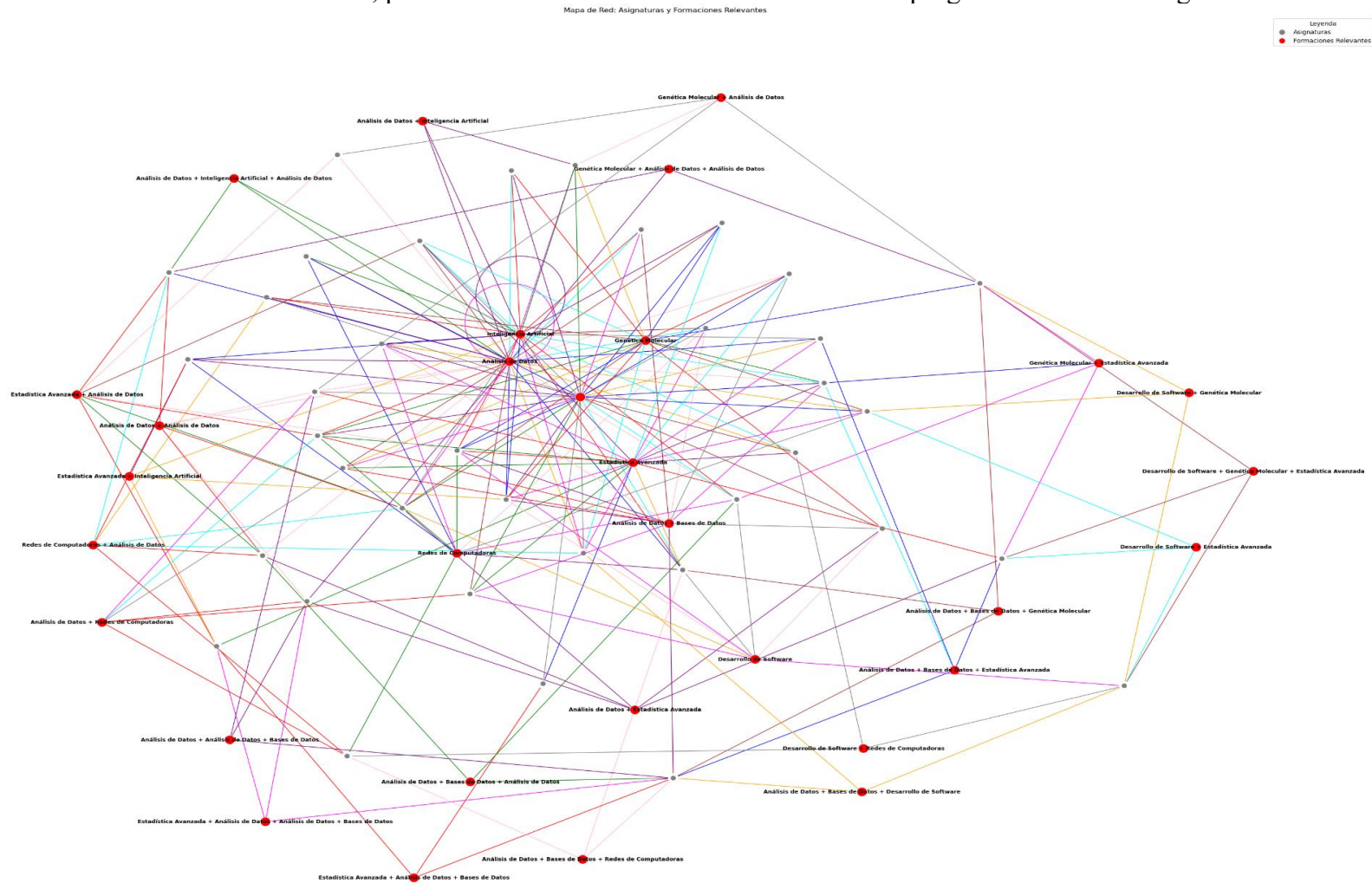
# Ilustración 26 Red de interacciones entre asignaturas

Mapa de Red: Asignaturas y Formaciones Relevantes



Fuente: Elaboración propia con contenidos programáticos de las asignaturas generados por GPT-4

# Ilustración 27 Formaciones relevantes, producto de la interacción entre los contenidos programáticos de las asignaturas



Fuente: Elaboración propia con contenidos programáticos de las asignaturas generados por GPT-4

La ilustración 26 muestra la red de conexiones de las asignaturas en general, las asignaturas relevantes y los requerimientos de formación resultantes. Este resultado de las interacciones es significativo, ya que cada una nueva formación, se convierte en un nuevo nodo adicional que genera nuevas conexiones e interacciones. Esto también se observa en la ilustración 27, donde se evidencia cómo el ecosistema evoluciona dinámicamente sin perder su objetivo ni sus principios iniciales.

Asimismo, se observa una concentración de conexiones en la esquina superior derecha del grafo. Esto se debe a la similitud de los programas que hicieron parte del ejercicio. A medida que más programas de distintas disciplinas se integren al ecosistema, su estructura adoptará nuevas configuraciones.

A continuación, se presenta un modelo simplificado que incorpora la conexión entre las asignaturas de los 10 programas de pregrado con el objetivo de generar nueva oferta académica. Como resultado, se obtiene el diagrama de redes y la tabla de similitudes y pesos en relación con el *requerimiento\_estudiante* = "Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas" y *perfil\_mercado* = "Análisis de grandes volúmenes de datos, predicción de enfermedades crónicas, uso de modelos de IA", tal como se muestra en la siguiente tabla:

```
openai.api_key = "sk-proj"
```

Función para obtener embedding de OpenAI

```
def obtener_embedding(texto, modelo="text-embedding-ada-002"):
    respuesta = openai.Embedding.create(input=[texto], model=modelo)
    embedding = respuesta['data'][0]['embedding']
    return np.array(embedding)
```

Datos de ejemplo

```
programas_pregrado = {
    "Matemáticas aplicadas": ["Álgebra Lineal", "Cálculo Multivariable", "Probabilidad y Estadística"],
    "Ingeniería de sistemas": ["Estructuras de Datos", "Bases de Datos", "Programación Avanzada"],
    "Biotecnología": ["Genética", "Biología Molecular", "Bioestadística"],
    "Economía de datos": ["Econometría", "Análisis de Datos", "Machine Learning"],
    "Ciencias de la computación": ["Algoritmos", "Inteligencia Artificial", "Minería de Datos"],
    "Inteligencia artificial": ["Redes Neuronales", "Aprendizaje Profundo", "Procesamiento de Lenguaje Natural"],
    "Salud pública": ["Epidemiología", "Análisis de Datos de Salud", "Políticas de Salud"],
    "Bioinformática": ["Análisis de Secuencias", "Modelado Computacional", "Big Data en Biología"],
    "Negocios y analítica": ["Análisis Predictivo", "Visualización de Datos", "Optimización de Negocios"],
    "Estadística avanzada": ["Inferencia Estadística", "Modelos Estadísticos", "Series de Tiempo"]
}
```

requerimiento\_estudiante = "Ciencia de datos para la detección de enfermedades crónicas"  
 perfil\_mercado = "Análisis de grandes volúmenes de datos, predicción de enfermedades crónicas, uso de modelos de IA"

```
# Obtener los embeddings
embedding_requerimiento = obtener_embedding(requerimiento_estudiante)
embedding_perfil_mercado = obtener_embedding(perfil_mercado)
```

```
resultados = []
```

```
.....
.....
.....
```

```
plt.title('Mapa de Redes de Nuevas Ofertas Académicas', color='white')
plt.axis('off')
plt.show()
print(df_resultados)
print(nuevas_ofertas)
print(df_resultados)
print(nuevas_ofertas)
```

**Tabla 11 Conexiones entre asignaturas dado su similitud de coseno entre el requerimiento y del mercado con la asignatura de cada programa de pregrado y su peso relativo frente a un requerimiento**

	Programa de Pregrado	Asignatura	Similitud con Requerimiento	Similitud con Mercado	Peso
0	Matemáticas aplicadas	Álgebra Lineal	0.774974	0.768166	0.771570
1		Cálculo	0.785334	0.789057	0.787196
2		Multivariable			
2		Probabilidad y Estadística	0.810289	0.803034	0.806661
3		Estructuras de Datos	0.823972	0.807084	0.815528
3	Ingeniería de sistemas	Datos			
4		Bases de Datos	0.812407	0.792808	0.802607
5		Programación Avanzada	0.794968	0.796204	0.795586
6	Biotecnología	Genética	0.821813	0.786873	0.804343
7		Biología Molecular	0.820094	0.786219	0.803157
8		Bioestadística	0.854992	0.823259	0.839126
9	Economía de datos	Econometría	0.818439	0.807819	0.813129
10		Análisis de Datos	0.851823	0.849254	0.850538
11		Machine Learning	0.769214	0.808918	0.789066
12	Ciencias de la computación	Algoritmos	0.797816	0.787744	0.792780
13		Inteligencia Artificial	0.803956	0.839076	0.821516
14		Minería de Datos	0.832170	0.825262	0.828716
15		Redes Neuronales	0.777838	0.772915	0.775377
15	Inteligencia artificial	Aprendizaje Profundo	0.796959	0.802226	0.799593
16		Procesamiento de Lenguaje Natural	0.792413	0.798840	0.795626
17					

	<b>Programa de Pregrado</b>	<b>Asignatura</b>	<b><i>Similitud con Requerimiento</i></b>	<b><i>Similitud con Mercado</i></b>	<b>Peso</b>
18	Salud pública	Epidemiología	0.857413	0.817626	0.837519
19		Análisis de Datos de Salud	0.898248	0.868962	0.883605
20	Bioinformática	Políticas de Salud	0.829879	0.803213	0.816546
21		Análisis de Secuencias	0.824180	0.811708	0.817944
22		Modelado Computacional	0.798243	0.808062	0.803152
23		Big Data en Biología	0.856231	0.851990	0.854110
24	Negocios y analítica	Análisis Predictivo	0.829589	0.865452	0.847521
25		Visualización de Datos	0.828255	0.809424	0.818839
26		Optimización de Negocios	0.789260	0.800466	0.794863
27	Estadística avanzada	Inferencia Estadística	0.835820	0.827318	0.831569
28		Modelos Estadísticos	0.826691	0.825956	0.826324
29		Series de Tiempo	0.786982	0.761408	0.774195

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

Los pesos de las asignaturas permiten determinar su importancia relativa en relación con el requerimiento y el mercado. Este es un avance significativo, ya que contribuye a reducir la subjetividad entre los actores del sistema educativo. A través de esta aproximación cuantitativa, es posible medir la distancia entre los objetivos de formación propuestos por la IES y la oferta educativa disponible.

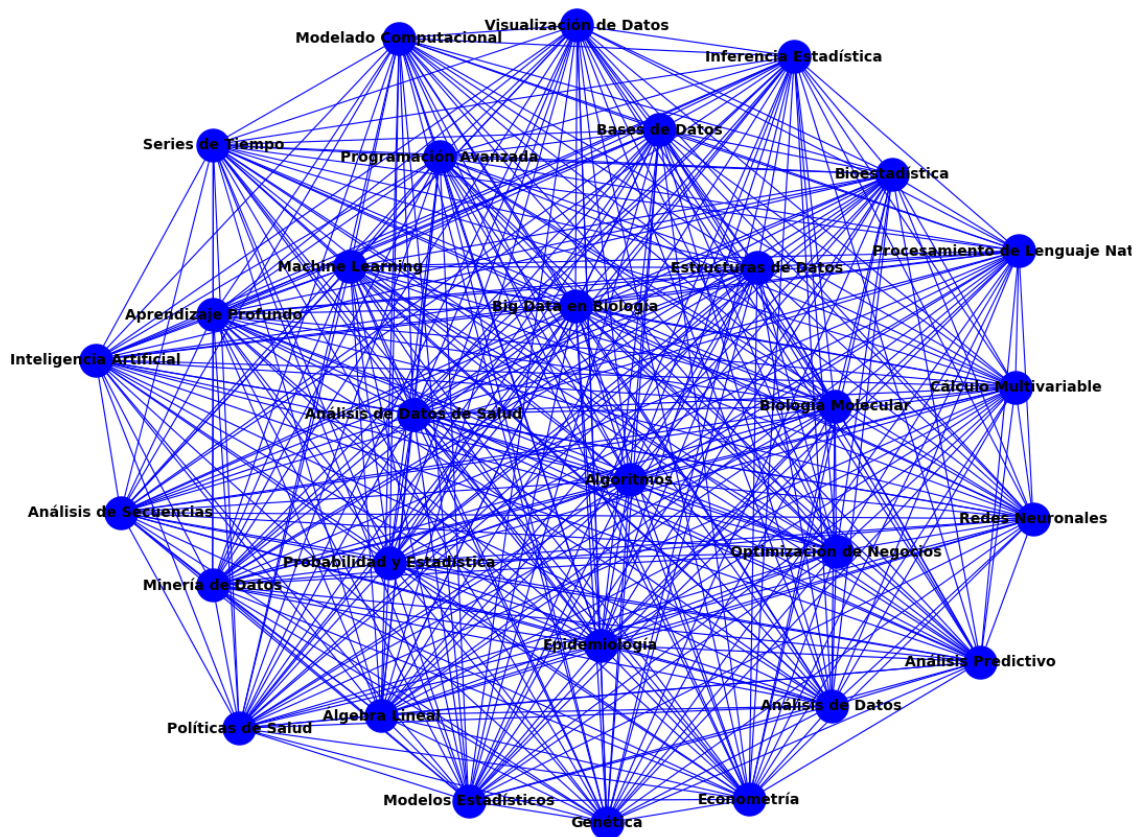
Por otro lado, como se mencionó anteriormente, esta capacidad oculta se hace visible a partir de consultas que los usuarios hacen y que permiten establecer conexiones para generar formaciones optimizadas según sus capacidades individuales. El ecosistema se organiza y vincula la capacidad instalada de la IES con las habilidades previas del estudiante, en el algún grado de desarrollo y las compara con el contexto del mercado para ofrecer la mejor alternativa de formación.

Esta formación que ofrece el Ecosistema se enmarca en la educación no formal, la educación para el trabajo, también denominados educación continuada o ejecutiva o programas de extensión. Las formaciones que se generan en el ecosistema pueden presentarse en distintas modalidades como: cursos, certificaciones, microcredenciales, macrocredenciales, diplomados, programas de altos estudios, profundización, énfasis, entre otras opciones de educación continuada y ejecutiva.

El Ecosistema Educativo Inteligente se desarrolla a partir de las capacidades de la educación formal, incluyendo pregrados y posgrados, y se encuentra respaldado por el sistema de créditos. Esto facilita la homologación de las asignaturas dentro de los planes de estudio de cada carrera según sea el interés de las facultades.

El Ecosistema Educativo Inteligente es dinámico y evolutivo, que cumple con el objetivo de educar, es inclusivo, se transforma y genera mayores capacidades en la medida que más interacciones existan entre sus componentes.

## Ilustración 28 Conexiones entre asignaturas que pueden generar nueva oferta académica



Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4

El siguiente capítulo utiliza los posgrados como ejemplo para revisar la funcionalidad del ecosistema educativo inteligente, conforme a lo planteado a lo largo de la investigación.

### Capítulo 4. Implicaciones en algunas aplicaciones de ELE-IA

Con base en lo anterior, se aplican los modelos utilizados a lo largo de la investigación a los planes de estudios de dos programas de posgrado de la Facultad de Relaciones Internacionales, Seguridad y Defensa de la Universidad Militar Nueva Granada. La Maestría

en Relaciones y Negocios Internacionales y la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo con la información disponible en sus sitios web.

Primera implicación: El inicio de ELE-IA en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de la UMNG.

Al igual que en la primera simulación, se calcula el vector de formación óptima, resultante de la combinación del perfil del estudiante y del mercado. La IA GPT-4, actuando como jefe de recursos humanos, construye el perfil laboral y simula los requisitos para un cargo de Gerente en Negociación y gestión logística internacional.

Se toman los mismos pesos relativos en el modelo integrado:

alpha, phi, delta, gamma, omega, tau, eta, theta = 0.2, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1, 0.15, 0.1, 0.1

Variables del estudiante

$h_i = \text{generar\_vector}(d)$  # Habilidad previa

$c_i = \text{generar\_vector}(d)$  # Competencia a desarrollar

Contexto institucional y empresarial

$x_j = \text{generar\_vector}(d)$  # Contexto de perfiles

Necesidad específica de formación

$n_{ji} = h_i + c_i + x_j$

Se generan los vectores que representan la habilidad previa del estudiante, en respuesta a la necesidad de formación requerida para cumplir con el perfil laboral. De igual manera, se incorpora el vector de contexto institucional y empresarial, definido en este caso está dado para el cargo de Gerente de Negociación Internacional y gestión logística internacional.

La función de formación óptima se relaciona a continuación:

$$f_{ijm} = (\alpha * n_{ji} + \phi * o_j + \delta * p_{jA} + \gamma * h_i + \omega * c_i + \tau * x_j + \eta * \text{np.sum}([c_{Ej}, c_{Fk}, c_{Il}, c_{Mn}], \text{axis}=0) + \theta * \text{np.sum}([p_{jA}, p_{jB}, p_{jC}, p_{jD}], \text{axis}=0))$$

```

print("Vector de formación óptima (f_ijn):", f_ijn)
print("\nContenido Programático de la Asignatura:\n", diseno_asignatura)
print("\nSimulación de Requerimientos de Formación:\n", requerimientos_formacion)
print("\nCompetencias del Mercado Laboral:\n", competencias_mercado())
print("\nSimilitud de Coseno entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado
laboral:", similitud_asignatura_contexto)

```

A continuación se presentan los resultados y la descripción:

**Tabla 12 Resultados similitud de coseno utilizando "text-embedding-3-large" entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral y generación de vector de optimización**

Simulación de las Competencias del Mercado Laboral para un perfil de Gerente de Negociación Internacional y Gestión Logística	Simulación de Requerimientos de Formación:	Contenido Programático de la Asignatura:	Vector de formación óptima $f_{ijn}$
<p>Competencias del Mercado Laboral: Título del puesto: Gerente de Negociación Internacional y Gestión Logística</p> <p>Descripción del puesto: Buscamos un Gerente de Negociaciones Internacionales y Gestión Logística con amplia experiencia en el desarrollo y liderazgo de estrategias comerciales, gestión de operaciones logísticas y negociaciones comerciales a nivel global. El candidato ideal deberá ser experto en la identificación y captura de nuevas oportunidades de negocio, establecimiento de alianzas estratégicas y optimización de cadenas de suministro a nivel internacional.</p> <p>Responsabilidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar y liderar estrategias de negociación con proveedores internacionales.</li> <li>Gestionar y optimizar la cadena de suministro y logística internacional de la empresa.</li> <li>Identificar oportunidades de negocio y mercados emergentes a nivel global.</li> <li>Establecer y mantener relaciones sólidas con nuestros socios internacionales.</li> <li>Solucionar problemas y resolver conflictos que surjan durante las negociaciones o en la cadena logística.</li> <li>Coordinar el transporte global y el envío de bienes de acuerdo con los requisitos legales internacionales.</li> </ol>	<p>Simulación de Requerimientos de Formación: Como asistente inteligente, debo aclarar que no tengo acceso real a ninguna información de identificación personal a menos que se me proporcione en el contexto de una conversación. Así que, por razones de privacidad, no puedo mostrar los requerimientos de formación particulares para un estudiante real con ID EST12345.</p> <p>Sin embargo, puedo simular y proporcionar un ejemplo de cómo serían generalmente los requisitos de formación para una carrera universitaria típica.</p> <p>Ejemplo de Requerimientos de Formación para un Estudiante en una Institución de Educación Superior:</p> <p>ID del Estudiante: EST12345 Carrera: Ingeniería Informática</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Requisitos Generales: Los estudiantes deben completar un número determinado de créditos generales en áreas de estudio como matemáticas, ciencias, arte y humanidades.</li> <li>Requisitos de la Carrera: Los estudiantes deben completar un número de créditos específicos para su carrera. Para Ingeniería Informática, esto podría incluir cursos de programación, algoritmos, estructuras de datos, sistemas oper</li> </ol>	<p>Contenido Programático de la Asignatura: CONTENIDO PROGRAMÁTICO: NEGOCIOS Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL</p> <p>I. INTRODUCCIÓN 1.1. Concepto y objetivo de los negocios y la logística internacional 1.2. Importancia de los negocios y la logística internacional. 1.3. Historia y desarrollo de la logística y negocios internacionales.</p> <p>II. FUNDAMENTOS DE LOS NEGOCIOS INTERNACIONALES 2.1. Teorías comerciales internacionales 2.2. Ambiente económico global 2.3. Ambiente político y legal global 2.4. Ambiente cultural global 2.5. Regulaciones y tarifas comerciales 2.6. Instituciones financieras internacionales 2.7. Estrategias de entrada en el mercado internacional</p> <p>III. FUNDAMENTOS DE LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL 3.1. Concepto e importancia de la logística en el comercio internacional</p>	<p>Vector de formación óptima (f_ijn): [1.71704308 1.17704967 1.44008628 1.6588995 1.4137874 1.4307973 1.94938077 1.65433743 1.29306421 1.69534988 1.49113907 1.38410612 1.52670686 1.6828277 1.66952661 1.31608092 1.21644886 1.05180981 1.23270242 1.66581008 1.38947131 1.32800602 1.06135718 1.39695066 0.58822147 1.48138243 1.17693673 1.28642025 1.21158944 1.57604122 1.45036735 1.66806381 1.24555806 1.31568087 1.08268901 1.16922248 1.45933316 1.46648735 1.45391528 0.93746782 1.14771588 1.6029845 1.22331177 1.33353899 1.98383038 1.31351991 1.73570258 0.98543413 1.63017754 1.75351696 1.2489615 1.39935202 1.56187989 1.26655904 1.28462836 1.29444286 1.44952867 1.12088185 1.41121145 1.21521305 1.34311549 1.61515329 1.4224633 1.44623925 1.02108981 1.01047138 1.44411096 1.35301183 1.41658836 1.84694098 1.46730799 0.73435121 1.14077624 1.79927343 1.37775094 1.71357166 1.66451018 1.38507783 1.56726179 1.04479214 1.31213602 1.48069938 1.4083516 1.34160798 1.54536897 1.537513 1.09823005 1.97075643 1.35553294 1.49467644 1.28935341 1.33768552 1.22343964 1.50022673 1.27061919 1.55113688 1.11064115 1.39959453 1.729259 0.82497576 1.52738059 1.25175149 1.44451071 1.25178015 1.33179169 1.28092361 1.29326723 1.64757329 1.33230734 1.24610394 1.98376813 1.30571982 1.25142088 1.48144099 1.43409761 1.24656453 1.58273822 1.74254644 1.64147948 1.31175433 1.11158362 1.51700581 1.32420663 1.21501227 1.47520575 1.29400116 1.47854227 1.48430157 1.50833166 1.2443521 1.83169615 1.92462229 1.43322547 1.46695552 1.34831581 1.16058526 1.68842787 1.26236164</p>

Simulación de las Competencias del Mercado Laboral para un perfil de Gerente de Negociación Internacional y Gestión Logística	Simulación de Requerimientos de Formación:	Contenido Programático de la Asignatura:	Vector de formación óptima $f_{ijm}$
<p>7. Preparar y gestionar contratos comerciales internacionales y documentación logística.</p> <p>8. Colaborar estrechamente con el equipo de ventas para diseñar e implementar estrategias de precios competitivas.</p>	<p>ativos, redes de computadoras, y más.</p> <p>3. Requisitos de Experiencia Práctica: Los estudiantes suelen necesitar completar cierta cantidad de experiencia práctica o educativa cooperativa en su campo. Esto puede incluir pasantías, proyectos de investigación, u otros trabajos prácticos relevantes.</p> <p>4. Tesis o Proyecto Final: Muchos programas requieren en que los estudiantes completen una tesis o un proyecto final antes de graduarse. Esto generalmente implica la investigación independiente y la presentación de los hallazgos en un formato formal.</p> <p>5. Requerimientos de GPA: Los estudiantes deben mantener un promedio de calificaciones mínimo (GPA) para permanecer en buen estado académico.</p> <p>Por favor, tenga en cuenta que los requerimientos pueden variar dependiendo de la institución de educación superior y de las políticas específicas del programa. Es importante que el estudiante consulte con un asesor académico para obtener los requerimientos más precisos y actuales.</p>	<p>3.2. Elementos de la logística internacional: transporte, almacenamiento, empaque, seguro.</p> <p>3.3. Tipos de transporte y sus utilidades</p> <p>3.4. Logística inversa y verde en el contexto internacional</p> <p>3.5. Riesgos y regulaciones logísticas internacionales</p> <p>3.6. Costo y tiempo de entrega en la logística</p> <p>IV. CADENA DE SUMINISTRO INTERNACIONAL</p> <p>4.1. Planificación y ejecución en la cadena de suministro</p> <p>4.2. Suministro global y demanda global</p> <p>4.3. Gestión del inventario en la cadena de suministro</p> <p>4.4. Decisiones de ubicación y transporte en la cadena de suministro</p> <p>V. COMERCIALIZACIÓN INTERNACIONAL</p> <p>5.1. Estrategias de precio, producto, promoción y lugar en el mercado internacional</p> <p>5.2. Investigación y segmentación del mercado global</p> <p>5.3. Adaptación del producto y diferencias culturales</p> <p>5.4. Canales de distribución global y comercio electrónico internacional</p> <p>VI. ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA INTERNACIONAL</p> <p>6.1. Formulación de la estrategia internacional</p> <p>6.2. Implementación de la estrategia internacional</p> <p>6.3. Análisis del entorno competitivo</p>	<p>0.83526909 1.00251639 1.47671872 1.3390492 1.73942871 1.48494224</p> <p>1.34535678 1.28330779 1.87842099 1.30385328 1.50827011 1.15655647</p> <p>1.39819675 1.93578847 1.40023524 1.13927538 1.26517643 0.98481558</p> <p>1.49511972 1.64692588 1.37817598 1.56537515 1.59145661 1.70878072</p> <p>1.45758447 1.58191113 1.63364842 1.67588452 1.00081204 1.02240815</p> <p>1.01826857 1.50895637 1.54186661 1.34967837 1.44441826 1.29974796</p> <p>1.42934917 1.35345192 1.19338662 0.92261473 1.26631728 1.1998141</p> <p>1.76022938 1.40685852 1.38365315 1.95406961 1.02448777 1.15446461</p> <p>1.72509447 1.14426553 1.2825495 1.13329335 1.50307075 1.6100322</p> <p>1.54924857 1.84295767 1.41381292 1.11181669 1.57041359 1.24369252</p> <p>1.36686281 1.08754781 1.2779106 1.12682028 1.90646237 1.52884959</p> <p>1.26001534 1.11216071 1.43188312 1.58199622 1.20436226 0.96135864</p> <p>1.13316259 1.38928438 1.54146427 1.43785376 1.35809699 1.27895481</p> <p>1.27981905 1.22259337 1.46971808 1.82682525 1.17681914 1.41883222</p> <p>1.21606467 1.36981966 1.2895291 1.70028473 1.34772518 1.9287888</p> <p>1.51539986 1.87499156 1.64522525 1.27850541 1.30083227 1.18031375</p> <p>1.83986463 1.13005212 1.1689351 1.68166052 1.7782366 1.40481825</p> <p>1.31534437 0.96623182 1.27827231 1.82206167 1.32733783 0.90053042</p> <p>1.52224257 1.7614739 1.88543308 1.45417309 1.82258607 1.09439291</p> <p>1.31216482 1.11723617 1.28367958 2.00918779 1.26781457 1.38862111</p> <p>1.40012991 1.27905581 1.37692273 1.38600159 1.83251129 1.09473751</p> <p>1.17376316 1.03566417 1.45877509 1.29625577 1.38255547 1.1476141</p> <p>1.61499198 1.6091859 1.55314584 1.29603725 1.34150807 1.40521702</p> <p>0.97964372 1.14101974 1.61863116 1.49410076 1.34968372 1.15454914</p> <p>1.24965469 1.29496833 1.12915403 1.51017067 1.50100711 1.34562594</p> <p>0.98910073 1.11990583 1.56829325 1.55647588 1.87595517 1.65280193</p> <p>1.38012773 1.69270977 1.16327122 1.27017101 0.80635928 1.5251898 ]</p>

Similitud de Coseno entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral: **0.8543501084791995**

Fuente: Elaboración propia con datos de vectores aleatorios generados por GPT-4 para la formación en Negociación y Logística Internacional

Bajo este escenario, ELE-IA, permite identificar la formación específica que requiere cada estudiante según un perfil determinado (Alpha 0,2). Estos valores o pesos relativos pueden adaptarse mediante una escala de valoración que el asesor académico ajusta en función del nivel del estudiante. Si tiene un perfil avanzado los requerimientos de formación Alpha se aproximará a 1; por el contrario, si el estudiante debe iniciar desde cero, Alpha será igual a 0. Este mecanismo permite generar el contenido programático personalizado, alineado con las capacidades de formación del estudiante y a las exigencias del perfil laboral.

Para esta implicación se utiliza el modelo text-embedding-ada-02 con 300 dimensiones como como se hizo en la primera simulación. El vector de optimización, de 300 dimensiones es la representación numérica de las habilidades previas, el contexto de mercado y la necesidad de formación. El resultado de la similitud de coseno es de 0,854, (cercano a 1) indicando una alta correspondencia entre el contenido programático propuesto y el perfil laboral. En comparación, al utilizar el modelo text-embedding-3-large con 3072 dimensiones, la similitud de coseno disminuye. Esto puede deberse a diferencias en la representación semántica entre los modelos, lo que podría afectar la distancia entre los vectores.

Este resultado es particularmente relevante para facultades y programas, ya que permite personalizar los componentes de profundización o cursos electivos de sus planes de estudio. La posibilidad de generar una asesoría personalizada y adaptada a las necesidades del entorno abre las puertas a nuevas experiencias académicas, sin que sea necesario, en el corto plazo, la creación de nueva oferta bajo la estructura tradicional, para cubrir estos requerimientos de formación particular.

Como se registra en la tabla, la simulación del requerimiento de formación, también denominado perfil de ingreso o perfil del aspirante es coherente con la realidad. Esto indica que ELE-IA puede adaptarse a entornos reales y generar los resultados esperados. En esta

aplicación, la construcción del perfil del aspirante en esta aplicación se basó en los requerimientos de formación para un estudiante de Ingeniería Informática. Este caso es interesante, ya que demuestra cómo una disciplina aparentemente distante como la Ing Informática con respecto a las Relaciones y Negocios Internacionales, terminan generando conexiones de valor para brindar al estudiante una solución a su requerimiento de formación particular.

Segunda implicación: ELE-IA en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de la UMNG, medición de la similitud de los contenidos programáticos de su plan de estudio con el perfil ocupacional y con el perfil del aspirante mediante text-embedding-3-large y contenidos programáticos generados por GPT-4.

Como se ha mencionado anteriormente, ELE-IA, permite identificar la distancia y la similitud entre los contenidos programáticos de las asignaturas de un plan de estudios con respecto al mercado y al requerimiento del estudiante. Por esta razón, se procede a revisar dicha correspondencia, lo que servirá como soporte para el proceso de autoevaluación del programa.

Para este proceso se realiza lo siguiente:

- Se registra el nombre de las asignaturas como aparece en el plan de estudios. El perfil de mercado es tomado del “perfil del egresado” elaborado por el programa<sup>17</sup>.
- El requerimiento del estudiante; “Perfil de ingreso” se extrae del documento Maestro de Registro Calificado de la Maestría.

---

<sup>17</sup> Tomado el 9 de marzo del 2025. Disponible en: <https://www.umng.edu.co/programas/posgrados/maestria-en-relaciones-y-negocios-internacionales>, <https://www.umng.edu.co/documents/20127/427358/Maestr%C3%ADa%20en%20Relaciones%20y%20Negocios%20Internacionales%2025%2010%202021.pdf/42511d4a-1b0f-122b-55b7-fa8071c7bafc?t=1635176913897>

**requerimiento\_estudiante**= "Profesional en cualquier área disciplinar y del conocimiento, especialmente aquellas relacionadas con las ciencias sociales y políticas, y las ciencias económicas y administrativas, interesado en investigar la evolución, el estado actual y la proyección de las relaciones internacionales y los negocios de Colombia y del mundo”

**perfil\_mercado**= “Asesor o funcionario del alto gobierno en lo concerniente a la política exterior y comercial del país. Negociador de diferentes procesos de integración ya sean locales o mundiales, creando alianzas estratégicas y participando en procesos de integración. Asesor o director del proceso de internacionalización de una empresa. Consultor en procesos de internacionalización empresarial. Docente y/o Investigador”

- Las asignaturas son tomadas del plan de estudios de la Maestría, disponible en el sitio web. A continuación, se muestra el plan de estudios de la Maestría:

Ilustración 29 Plan de estudios Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales

COMPONENTE	I	II	III	
	208	164	176	548
	13	13	14	40
	17.33	13.7	14.7	
RELACIONES INTERNACIONALES	RRII 32 T 2	RRII 30 TP 3	RRII 24 TP 2	116
	TEORIAS DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES	ESTUDIOS REGIONALES	COOPERACIÓN INTERNACIONAL	
			RRII 24 TP 2	
			SEGURIDAD INTERNACIONAL	
NEGOCIOS INTERNACIONALES	NNII 48 T 3	NNII 24 TP 2	NNII 24 TP 2	120
	ECONOMÍA INTERNACIONAL	FINANZAS INTERNACIONALES	CADENAS GLOBALES DE VALOR	
			NNII 24 TP 2	
			GERENCIA ESTRATÉGICA	
TENDENCIAS GLOBALES	TG 32 T 2	TG 24 TP 2		152
	GEOPOLÍTICA Y GEOECONOMÍA	MARKETING DIGITAL Y ANÁLISIS DE DATOS		
	TG 48 T 3	TG 24 TP 2	TG 24 TP 2	
	SISTEMA INTERNACIONAL Y ESTUDIOS MULTICULTURALES	NEGOCIACIÓN INTERNACIONAL	LEGISLACIÓN Y CONTRATACIÓN INTERNACIONAL	
INVESTIGACIÓN	INV 48 T 3	INV 32 T 2	INV 32 T 2	112
	INVESTIGACIÓN I	INVESTIGACIÓN II	INVESTIGACIÓN III	
ELECTIVAS		ELEC 24 TP 2	ELEC 24 TP 2	48
		ELECTIVA	ELECTIVA	4

Universidad Militar Nueva Granada. (2025). *Programa de posgrado en Relaciones y Negocios Internacionales*. [Captura de pantalla].

<https://www.umng.edu.co/programas/posgrados/maestria-en-relaciones-y-negocios-internacionales>

```
programas_posgrado = {  
  "Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales": [  
    "Teoría de las relaciones internacionales",  
    "Economía Internacional",  
    "Geopolítica y Geoeconomía",  
    "Estudios Regionales",  
    "Finanzas Internacionales",  
    "Marketing Digital y Análisis de Datos",  
    "Negociación Internacional",  
    "cooperación Internacional",  
    "Seguridad Internacional",  
    "Cadenas Globales de Valor",  
    "Gerencia Estratégica",  
    "Legislación y Contratación Internacional",  
  ]  
}
```

```
plt.title('Visualización de la Similitud de Asignaturas con Requerimiento y Perfil de Mercado (PCA)')  
plt.xlabel('Componente Principal 1')  
plt.ylabel('Componente Principal 2')  
plt.grid()  
plt.show()
```

En esta implicación, GPT-4 crea los contenidos programáticos de cada asignatura disponible en el plan de estudios, para luego comparar los resultados con los contenidos programáticos actuales suministrados por la Facultad de Relaciones Internacionales, Seguridad y Defensa. Los contenidos programáticos completos generados por GPT-4 se encuentran en el apéndice 3.

```
def generar_contenido(asignatura, requerimiento, perfil):  
  prompt = f"""  
  Genera un contenido detallado para la asignatura {asignatura} en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales.  
  Relaciónala con los siguientes aspectos:  
  - Requerimiento del estudiante: {requerimiento}  
  - Perfil de mercado: {perfil}  
  
  Incluye:  
  1. Objetivos de la asignatura  
  2. Temario o módulos principales  
  3. Bibliografía recomendada  
  4. Métodos de evaluación  
  """""  
  
  respuesta = openai.ChatCompletion.create(  
    model="gpt-4",  
    messages=[  
      {"role": "system", "content": "Eres un experto en diseño curricular universitario."},
```

```

{"role": "user", "content": prompt}
],
max_tokens=1000
)

return respuesta['choices'][0]['message']['content']

```

Contenido Generado \

- 0 1. Objetivos de la asignatura:\n- Proporcionar...
- 1 1. Objetivos de la asignatura\n\n- Desarrollar...
- 2 1. Objetivos de la asignatura:\n- Proporcionar...
- 3 1. Objetivos de la asignatura\n - Comprender...
- 4 1. Objetivos de la asignatura:\n - Proporcio...
- 5 1. Objetivos de la asignatura:\n - Entender ...
- 6 1. Objetivos de la asignatura:\n El principa...
- 7 1. Objetivos de la asignatura:\n - Proporcio...
- 8 1. Objetivos de la asignatura\n\nEl objetivo p...
- 9 1. Objetivos de la asignatura:\n\n a. Propor...
- 10 1. **Objetivos de la asignatura**\n\n - Fami...
- 11 1. Objetivos de la asignatura:\n\n - Compre...

Se procede a calcular la similitud de coseno entre los contenidos programáticos vectorizados de las asignaturas del plan de estudios y los vectores correspondientes al requerimiento del estudiante. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

```

DataFrame con los resultados
df_resultados = pd.DataFrame(resultados, columns=['Asignatura', 'Contenido Generado', 'Similitud con Requerimiento', 'Similitud con Mercado'])

# Mostrar la tabla
print(df_resultados)

```

**Tabla 13 Similitud de coseno del contenido de las asignaturas creado por GPT 4 con el requerimiento del estudiante y con el perfil del mercado – modelo text-embedding-3-large**

	Asignatura	Similitud con Requerimiento	Similitud con Mercado	con Peso
0	Teoría de las relaciones internacionales	0,457517	0,415855	0,43669
1	Economía Internacional	0,414997	0,466421	0,44071
2	Geopolítica y Geoeconomía	0,413038	0,402522	0,40778
3	Estudios Regionales	0,457343	0,404211	0,43078
4	Finanzas Internacionales	0,35135	0,487606	0,41948
5	Marketing Digital y Análisis de Datos	0,33909	0,367608	0,35335
6	Negociación Internacional	0,379774	0,438321	0,40905
7	Cooperación Internacional	0,402964	0,409813	0,40639
8	Seguridad Internacional	0,374512	0,321419	0,34797
9	Cadenas Globales de Valor	0,447076	0,496001	0,47154
10	Gerencia Estratégica	0,387298	0,436016	0,41166
11	Legislación y Contratación Internacional	0,387919	0,483451	0,43569
	Promedio	0,40107317	0,427437	0,4142575

Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por GPT-4

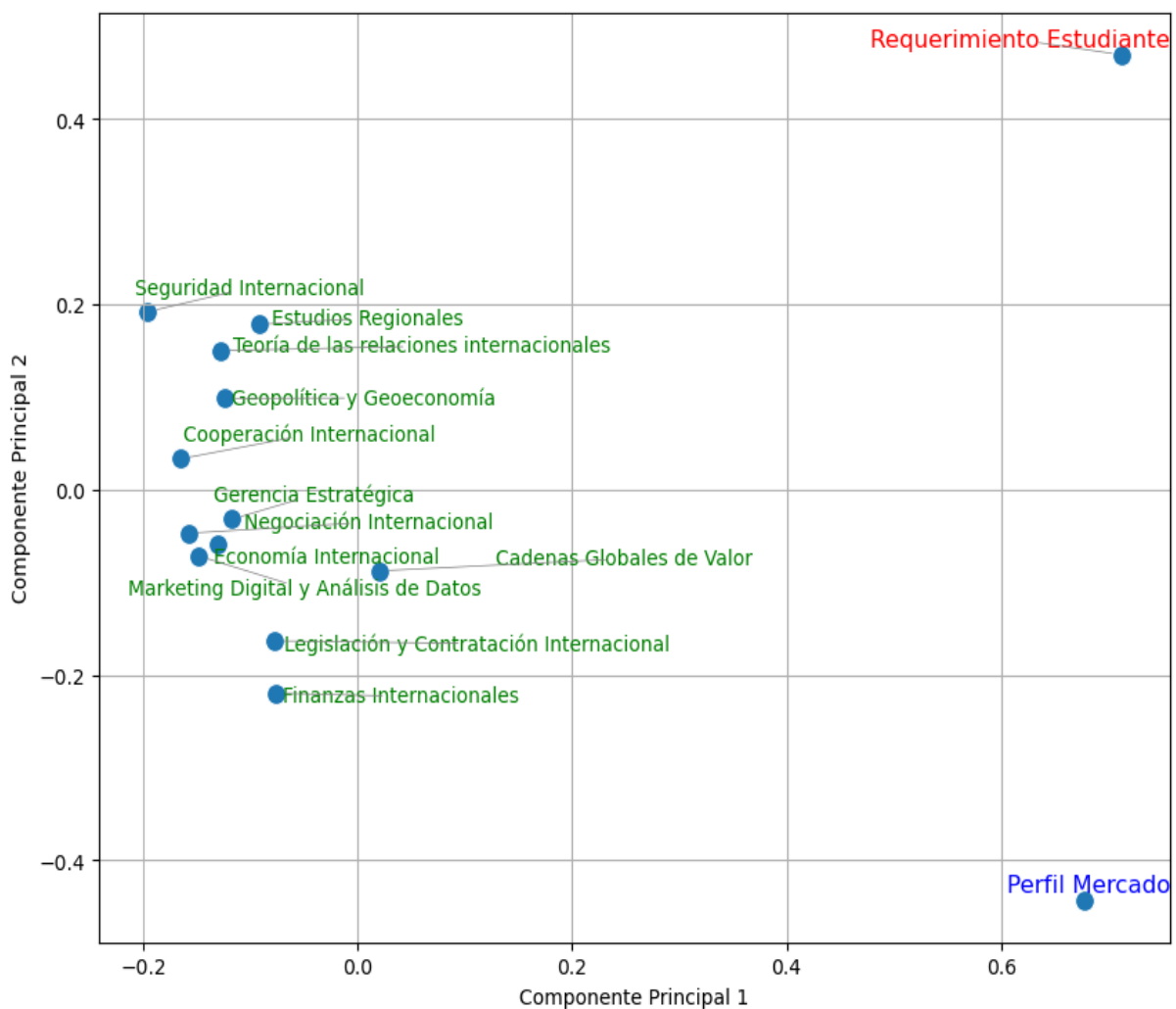
Dado que los perfiles, ocupacional y de ingreso ya están determinados por el programa de posgrado, se toman como referencia, y actúan como formación óptima o *deseable*, por lo que implica la construcción de estos perfiles al momento de crear o actualizar los registros calificados de los programas de posgrado y de pregrado de acuerdo con la normatividad vigente.

La Similitud de coseno de las asignaturas con respecto al requerimiento del estudiante es de 0,4010 y con respecto al mercado es de 0,427, resultando un peso global es de 0,41. Al calcular el peso de cada asignatura, se puede identificar aquellas con mayor correspondencia tanto con el mercado como con el requerimiento del estudiante. En este caso las asignaturas con mayor correspondencia son: Cadenas Globales de Valor con 0,4715, Economía Internacional con 0,4407, Teoría de las relaciones internacionales con 0,4366, Legislación y Contratación Internacional 0,43569 y Estudios Regionales con 0,4378.

Una vez generados los vectores del contenido de cada asignatura y calculada la similitud de coseno, se procede a representar los vectores en la ilustración utilizando Análisis de Componentes Principales PCA, como se muestra a continuación. Para ello, las 3072 dimensiones originales se reducen a 2 dimensiones, permitiendo visualizar la relación entre las asignaturas y su alineación con el requerimiento del estudiante y el mercado. Esta reducción de la dimensionalidad busca conservar la mayor cantidad de información posible.

```
plt.title('Visualización de la Similitud de Contenidos con Requerimiento y Perfil de Mercado (PCA)')
plt.xlabel('Componente Principal 1')
plt.ylabel('Componente Principal 2')
plt.grid()
plt.show()
```

**Ilustración 30 Reducción de la dimensionalidad por PCA. Visualización de la Similitud de coseno de asignaturas con el requerimiento y perfil de mercado – contenidos programáticos realizados por GPT-4**



Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por GPT-4

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla de similitudes y el PCA, se evidencia que GPT-4 elaboró los contenidos programáticos de las asignaturas en un punto intermedio, que permita satisfacer las necesidades de los dos elementos del sistema. Esto se refleja por el agrupamiento de las asignaturas en una posición intermedia entre el perfil del mercado y el requerimiento del estudiante.

El resultado del Análisis de Componentes Principales PCA muestra que, debido a la correlación entre los contenidos programáticos de las asignaturas, las primeras componentes principales capturan la mayor parte de la variabilidad de los contenidos programáticos. Esto permite reducir la dimensionalidad mientras se conserva la mayor cantidad de información relevante y la estructura clave de los textos.

A continuación, se presenta la tercera implicación utilizando los contenidos programáticos de las asignaturas de la maestría elaborados por la facultad.

Tercera implicación: ELE-IA en la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales de la UMNG, medición de la similitud de los contenidos programáticos de su plan de estudio con el perfil ocupacional y con el perfil del aspirante mediante text-embedding-3-large y contenidos programáticos generados por la Facultad de Relaciones Internacionales, Seguridad y Defensa de la Universidad Militar Nueva Granada.

En esta fase, se utilizan los contenidos programáticos de las asignaturas elaborados por la facultad, manteniendo constantes el perfil de mercado y el requerimiento del estudiante. Además, se verificación que los 13 contenidos programáticos sean debidamente vectorizados antes de calcular la similitud de coseno. Posteriormente, se analizan los resultados de las similitudes y el peso de cada asignatura en relación con el mercado y al requerimiento del estudiante como se muestra en la siguiente tabla.

```
Ruta de la carpeta con los archivos
ruta_carpeta = r"C: //Users\carlo\OneDrive\Documents\Tesis Doctoral\CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS MARNI 2022-2029\CONTENIDOS NUEVOS REP"
```

```
contenidos_asignaturas = {}
for archivo in os.listdir(ruta_carpeta):
    ruta_completa = os.path.join(ruta_carpeta, archivo)
    nombre_asignatura = os.path.splitext(archivo)[0].replace("_", " ").title()

    if archivo.endswith(".pdf"):
        contenidos_asignaturas[nombre_asignatura] = leer_pdf(ruta_completa)
    elif archivo.endswith(".docx"):
```

```

contenidos_asignaturas[nombre_asignatura] = leer_word(ruta_completa)

print(f"Número de asignaturas vectorizadas: {len(embeddings_contenidos)}")
print(f"Ejemplo de vector: {embeddings_contenidos[0] if embeddings_contenidos else 'No hay vectores'}")

-----
Crear DataFrame
columnas = ['Asignatura', 'Contenido Generado', 'Similitud con Requerimiento', 'Similitud con Mercado']
df_resultados = pd.DataFrame(resultados, columns=columnas)
print(df_resultados)

-----
plt.title('Similitud de Contenidos con Requerimiento y Perfil de Mercado (PCA)')
plt.xlabel('Componente Principal 1')
plt.ylabel('Componente Principal 2')
plt.grid()
plt.show()

-----

Verificar que se están leyendo los archivos correctamente
for nombre, contenido in contenidos_asignaturas.items():
    print(f"n==== Nombre de la asignatura: {nombre} ====n")
    print(f"Contenido completo:\n{contenido}\n")
    break # Solo imprime una asignatura

```

Los contenidos programáticos elaborados por la facultad muestran, en promedio, una similitud de 0,5034 con el requerimiento del estudiante, 0,4449 con respecto al perfil del mercado, y un peso promedio global la carrera de 0,4741. Esto sugiere que el nivel de correspondencia entre el perfil de mercado construido por MARNI y el perfil de ingreso debe mejorar. Esta mejora podría lograrse, bien mediante la revisión y ajuste de los contenidos programáticos, o bien optimizando la redacción de los dos perfiles, de modo que su similitud se acerque más cercana a 1.

**Ilustración 31 Similitud de coseno del contenido de las asignaturas creado por la facultad con el requerimiento del estudiante y con el perfil del mercado – modelo text-embedding-3-large**

Asignatura \	Similitud con Requerimiento	Similitud con Mercado	Peso
Cadenas Globales De Valor	0,49462	0,503792	0,499206
Cooperación Internacional	0,536159	0,403446	0,4698025
Economía Internacional	0,508436	0,475219	0,4918275

Estudios Regionales	0,58593	0,351172	0,468551
Finanzas Internacionales	0,445054	0,49326	0,469157
Geopolítica Y Geoeconomía	0,55218	0,452755	0,5024675
Gerencia Estratégica	0,46574	0,478151	0,4719455
Legislación Y Contratación Internacional	0,45213	0,4704	0,461265
Marketing Digital Y Análisis De Datos	0,45437	0,456486	0,455428
Negociación Internacional	0,487727	0,509545	0,498636
Seguridad Internacional	0,515011	0,373619	0,444315
Sistema Internacional Y Estudios Multiculturales	0,517574	0,426271	0,4719225
Teoría De Las Relaciones Internacionales	0,529309	0,389902	0,4596055
Número de asignaturas vectorizadas:	13		
Ejemplo de vector: Cadenas Globales De Valor	[-0.00857288 0.00920238 -0.00607111 ... -0.01734045 -0.00023809 -0.00526314]		
promedio	0,503403077	0,44492446	0,47416377

Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por la facultad.

**Captura del contenido programático de la asignatura plan Cadenas Globales De Valor de estudios del posgrado (Vectorizado), a través del modelo empleado:**

=== Nombre de la asignatura: Cadenas Globales De Valor ===

Contenido completo:

NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CADENAS GLOBALES DE VALOR

CÓDIGO

SEMESTRE | III

PRERREQUISITOS | NINGUNO

CORREQUISITOS | NINGUNO

COORDINADOR Y/O JEFE DE ÁREA | ANDREA GUERRERO

DOCENTE (S) | DIEGO NEIRA

CRÉDITOS ACADÉMICOS | 2

FECHA DE ELABORACIÓN/ ACTUALIZACIÓN | JUNIO DE 2021

JUSTIFICACIÓN

Consecuencia de la necesidad cambiante del movimiento de bienes y/o servicios a través de las fronteras, denominado distribución física internacional, conjugado con plataformas de difusión, diferentes formas de dar a conocer un producto o servicio, así como diversificación de medios de pago e incluso atención posventa hacen que a nivel internacional se unan diferentes tipos de empresas en clúster logísticos que facilitan la venta, distribución, producción, almacenamiento, toma de decisiones, cobro, atención a clientes y sostenimiento competitivo a las empresas en los mercados globales.

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Determinar y evaluar las variables económicas, políticas y sociales, a nivel nacional e internacional, que afectan las decisiones y acciones financieras y comerciales, dimensionando su impacto e involucrándolas en el ejercicio de la negociación internacional.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Comprender las diferencias entre cadenas de suministro, red de valor y cadenas globales de valor.
2. Identificar los diferentes actores que hacen posible la operación de las cadenas globales de valor.
3. Analizar el alcance de la operación de una cadena global de valor en marco de los negocios internacionales.

COMPETENCIA GLOBAL

Identificar las oportunidades comerciales en el marco de las negociaciones intergubernamentales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Entender la relación de la Cadena Global de Valor con el Comercio Internacional.

Inferir los componentes de la geopolítica comercial a partir de las bases del comercio y la logística internacional.

Comprender la importancia de las plataformas logísticas como ejes de la logística internacional y los operadores logísticos.

CONTENIDO

SISTEMA DE EVALUACIÓN

La valoración porcentual para determinar la calificación se obtendrá en los siguientes términos:

BIBLIOGRAFÍA

Daniels, J.; Radebaugh, L.; Sullivan, D. (2010). Negocios internacionales. Ambientes y operaciones. Editorial Pearson. Decimosegunda edición.

Hill, C. (2011). Negocios internacionales. Competencia en el mercado global. Editorial McGrawHill. Octava edición.

Castellanos, R, A. (2015). Logística comercial internacional, Universidad del Norte. ECOE Ediciones.

Krugman Paul and Obstfeld. 2010. International Economics. Theory and Policy. Ninth edition. Pearson.

Business Week (2009). Casos de éxito de negocios globales: cómo los líderes de empresas internacionales alcanzan la cima, McGraw-Hill Interamericana.

Muñoz, Z., R. D.; Mora, G., L.A. (2009). Diccionario de logística y negocios internacionales: dictionary of logistics and international business (3a. ed.), Ecoe Ediciones, 2009.

[www.banrep.gov.co](http://www.banrep.gov.co)

[www.procolombia.org](http://www.procolombia.org)

[www.mincomercio.gov.co](http://www.mincomercio.gov.co)

[www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

[www.wto.org](http://www.wto.org)

[www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)

[www.imf.org](http://www.imf.org)

[www.eclac.org](http://www.eclac.org)

[www.naftanow.org](http://www.naftanow.org)

[www.comunidadandina.org](http://www.comunidadandina.org)

[www.mercosur.int](http://www.mercosur.int)

[www.europa.eu](http://www.europa.eu)

MATERIAL COMPLEMENTARIO DE APRENDIZAJE PARA ESTUDIANTES

Glosario

Preguntas de repaso

Material Multimedia

Enlaces en la red

Curso virtual

COMPETENCIA DEL DOCENTE

Educación: Profesional de áreas de las ciencias económicas y/o administrativas, magister en negocios internacionales, comercio internacional, logística internacionales o afines.

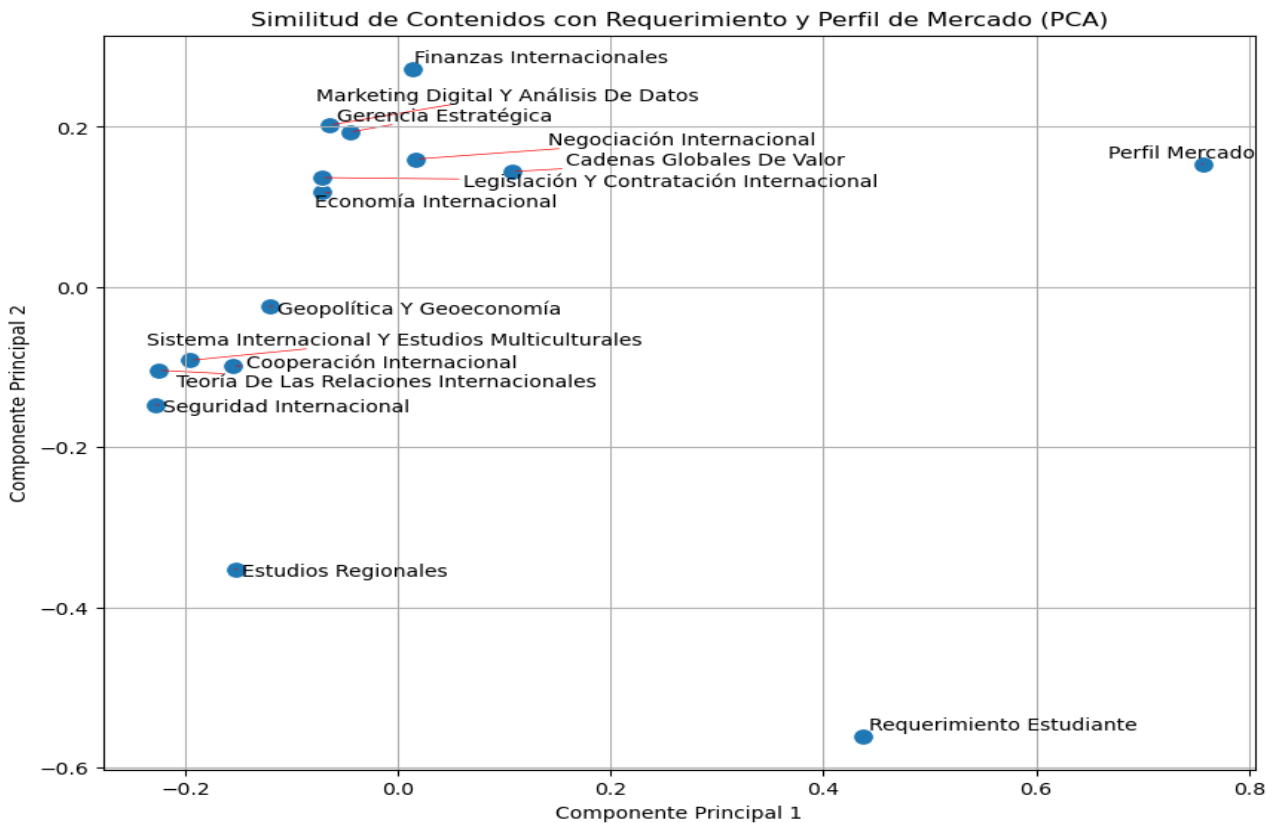
Formación: Experiencia docente de al menos un año impartiendo conocimientos en el manejo de la logística nacional e internacionales.

Experiencia: Experiencia en el sector real de al menos un año en cadenas globales de valor

Nota. Para los docentes Públicos de Carrera, el perfil se encuentra determinado en las convocatorias de las Facultades.

Por su parte, el PCA que se muestra a continuación, indica una ubicación media de las asignaturas: Geopolítica y Geoeconomía, Sistema Internacional y Estudios Multiculturales, Cooperación Internacional, Teoría de las Relaciones Internacionales y Seguridad Internacional, con respecto al perfil del mercado y el requerimiento del estudiante, lo que permite deducir que los contenidos programáticos de este grupo de asignaturas que en particular son afines entre sí, intenta responder a los dos elementos del sistema aunque con un nivel de similitud por debajo de 0.5. Del mismo modo, el grupo de asignaturas: Finanzas Internacionales, Marketing Digital y Análisis de Datos, Gerencia Estratégica, Negociación Internacional, Cadenas Globales de Valor, Legislación y Contratación Internacional y Economía Internacional, al igual que el otro grupo, muestran una clara afinidad, tienen mayor cercanía al cumplimiento del perfil de mercado construido por la facultad, pero se aleja del perfil de ingreso, que puede interpretarse como una oportunidad para mejorar la construcción de este perfil para alinearlos con las necesidades del mercado laboral y lo que los estudiantes buscan.

**Ilustración 30 Reducción de la dimensionalidad por PCA. Visualización de la Similitud de coseno de asignaturas con el requerimiento y perfil de mercado – contenidos programáticos realizados por la facultad**



Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por la facultad.

Los ejercicios realizados en la primera y segunda implicación permiten identificar el potencial de ELE-IA en diversos momentos dentro de la vida de los programas académicos, como los procesos de autoevaluación y la construcción de nueva oferta académica alineada con las necesidades del mercado. Estas implicaciones también permiten inferir que el modelo computacional del ecosistema educativo inteligente presenta resultados consistentes y coherentes con la realidad; los resultados obtenidos, al compararlos con los propios del posgrado son cercanos y ajustados a la práctica real.

Por otro lado, en el marco de la presente investigación, se evidencia que el Ecosistema Educativo Inteligente ELE-IA, al permitir identificar el nivel de correspondencia de la oferta

educativa de una IES con el mercado, genera una mayor eficiencia en la construcción de los contenidos programáticos y un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada. Este último se verá aumentado en la siguiente implicación.

Cuarta implicación: ELE-IA conectando la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales con la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo de la UMNG.

Como se expuso en el problema de investigación, existen limitaciones administrativas para realizar modificaciones al plan de estudios y adaptarlas a las necesidades del mercado en tiempo récord. En este orden, se presenta una serie de interconexiones entre dos posgrados con el fin de satisfacer la necesidad de formación particular de los estudiantes y del mercado.

Se identificaron cerca de 30 necesidades de formación en materia de seguridad, relaciones y negocios internacionales. A partir de ello, se efectuaron combinaciones entre los contenidos programáticos de las asignaturas de los planes de estudios de las 2 maestrías: la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales y la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo de la Universidad Militar Nueva Granada, utilizando la función de optimización propuesta.

Al generar las interacciones entre los dos programas, se construye un ecosistema educativo, el cual se expande a medida que más actores participen y se incrementen las interacciones entre los agentes participantes. En este sentido, la complejidad, no depende del número de variables presentes en el sistema, sino también por la cantidad de interacciones entre ellas. Como resultado, ELE-IA, identifica las asignaturas más adecuadas para desarrollar las habilidades requeridas.

A continuación, se relacionan los perfiles y las asignaturas de cada maestría utilizadas en la aplicación:

```

# Rutas de los contenidos programáticos
rutas_contenidos = {
    "Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales": "C:\\Users\\carlo\\OneDrive\\Documents\\Tesis Doctoral\\CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS MARNI 2022-2029\\CONTENIDOS NUEVOS REP",
    "Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo": "C:\\Users\\carlo\\OneDrive\\Documents\\Tesis Doctoral\\1.1.1 CONTENIDOS PROGRAMATICOS\\todos los contenidos seguridad"
}

contenidos_asignaturas = {}
for programa, ruta in rutas_contenidos.items():
    for archivo in os.listdir(ruta):
        if archivo.endswith(".docx"):
            nombre_asignatura = os.path.splitext(archivo)[0]
            ruta_archivo = os.path.join(ruta, archivo)
            contenidos_asignaturas[nombre_asignatura] = leer_contenido_word(ruta_archivo)

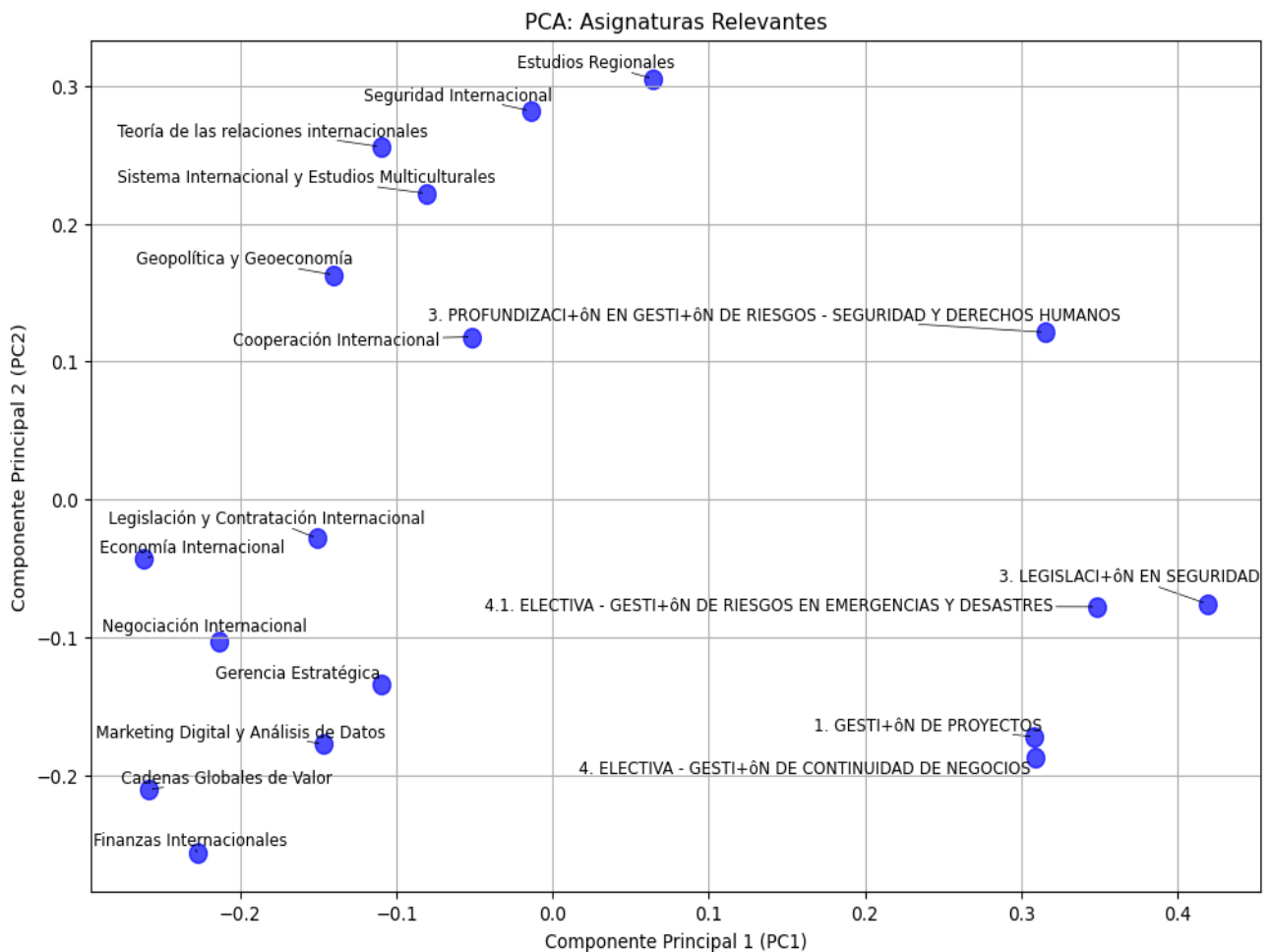
perfiles_mercado = list(set([
    "Negociación intercultural – Adaptarse a diferentes estilos de negociación",
    "Comercio internacional – Conocimiento de tratados y regulaciones.",
    "Gestión logística y aduanera – Manejo de importaciones y exportaciones.",
    "Inteligencia de mercados – Identificación de oportunidades globales",
    "Análisis de riesgo político y económico – Evaluar la estabilidad de mercados",
    "Estrategia empresarial global – Desarrollo de planes de expansión.",
    "Finanzas internacionales – Gestión de divisas y tasas de interés",
    "Marketing global – Adaptar estrategias a distintos mercados.",
    "Emprendimiento internacional – Creación de startups con alcance global.",
    "Gestión de relaciones comerciales – Construcción de alianzas estratégicas.",
    "Cumplimiento normativo – Adaptación a leyes de cada país.",
    "Gestión del riesgo en relaciones internacionales – Evaluar amenazas políticas y sociales que afectan la estabilidad global.",
    "Pensamiento crítico y toma de decisiones – Evaluar escenarios complejos.",
    "Trabajo en organismos internacionales – Adaptación a estructuras burocráticas.",
    "Gestión de proyectos internacionales – Implementación y financiamiento.",
    "Política exterior y diplomacia pública – Estrategias de posicionamiento de países.",
    "Análisis económico global – Impacto de la economía en las relaciones internacionales.",
    "Migración y derechos humanos – Políticas migratorias y su impacto.",
    "Gestión de crisis globales – Respuesta ante conflictos o emergencias.",
    "Cabildeo y negociación en organismos internacionales – Trabajo con ONU, OMC, FMI, etc.",
    "Innovación y tecnología en negocios – Uso de herramientas digitales.",
    "Resolución de conflictos comerciales – Manejo de disputas en contratos.",
    "Geopolítica y negocios – Impacto de factores políticos en la economía.",
    "Seguridad en el comercio internacional – Protección contra fraudes y ciberataques.",
    "Gestión del riesgo empresarial – Identificación y mitigación de amenazas en mercados globales.",
    "Habilidades en Relaciones Internacionales",
    "Desarrollo sostenible y cooperación internacional – Implementación de proyectos sociales.",
    "Diplomacia y protocolo – Manejo de relaciones oficiales entre estados.",
    "Análisis de política internacional – Evaluación de tendencias globales.",
    "Derecho internacional – Conocimiento de tratados y organismos.",
    "Resolución de conflictos internacionales – Mediación y negociación."
]))

```

Como se mencionó anteriormente, se utilizaron los contenidos programáticos de cada asignatura que fueron contruidos por la facultad. Una vez se convierten en vectores y se presentan en el gráfico de PCA, reduciendo la dimensionalidad a 2D. Esto permite visualizar en el plano las asignaturas relevantes (con mayor similitud de coseno) que contribuyen al desarrollo de una habilidad específica.

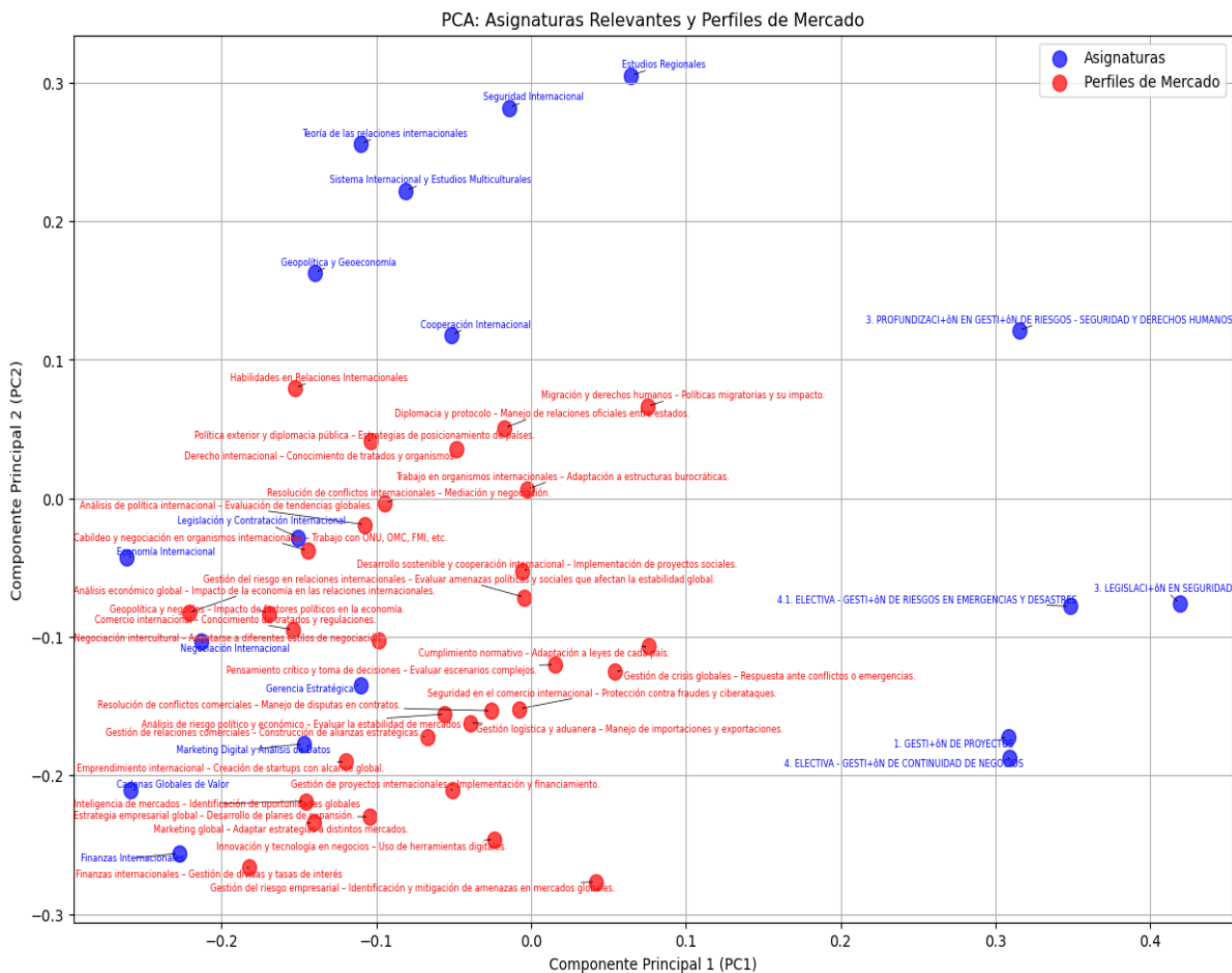
En el gráfico PCA (a), se representan las asignaturas más relevantes, mientras que en el PCA (b), se presentan tanto las mejores asignaturas con mayor similitud de coseno y las habilidades requeridas, representadas en color rojo.

**Ilustración 32 PCA (a). Representación de las asignaturas relevantes para el desarrollo de las habilidades**



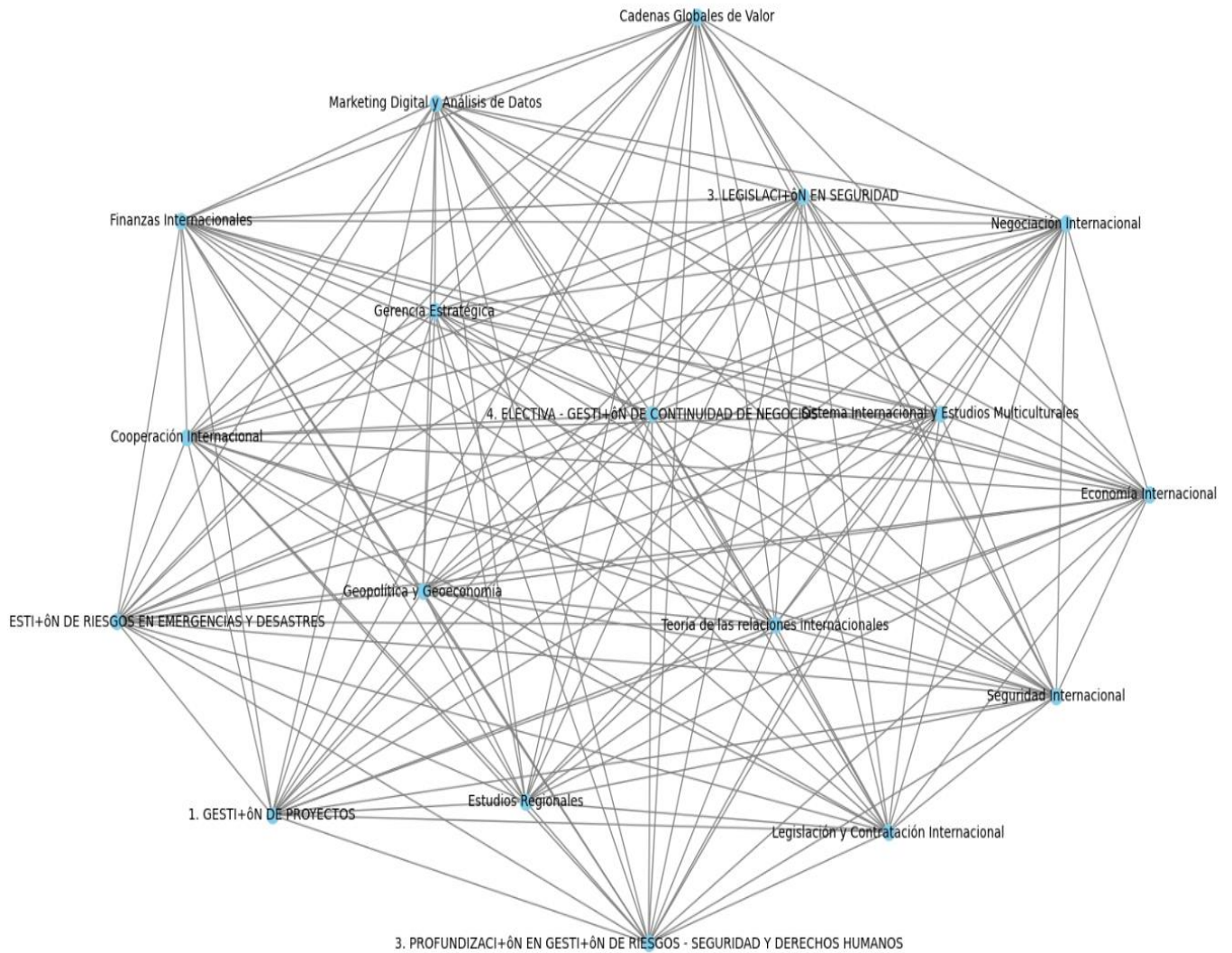
Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por la facultad.

### Ilustración 33 PCA (B). REPRESENTACIÓN DE LAS ASIGNATURAS RELEVANTES Y PERFILES DEL MERCADO REQUERIDOS



Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por la facultad.

### Ilustración 34 MAPA DE RELACIONES ENTRE ASIGNATURAS RELEVANTES



Fuente: Elaboración propia con base en los contenidos programáticos vectorizados, generados por la facultad.

El mapa de relaciones entre asignaturas de los dos posgrados es clave para comprender y desarrollar el ecosistema. Siguiendo el enfoque de Uribe (2021), el proceso comienza con la identificación de las relaciones entre las variables de cada elemento, con el objetivo de conectarlas con las variables de los demás componentes del sistema.

Esta ilustración es una forma útil para entender el funcionamiento del sistema en y sus posibles interacciones orientadas a proveer de formación específica. En este sentido, el diálogo

entre disciplinas es esencial para la dinámica del ecosistema, ya que la especialización en un área puede abordarse desde distintas perspectivas.

Por ejemplo, la necesidad de formación en “Cabildeo y Negociación en Organismos Internacionales”, puede encontrarse solución en Negocios Internacionales y en Relaciones Internacionales. De manera similar, la formación en Seguridad en el comercio internacional – Protección contra fraudes y ciberataques puede abordarse desde Gestión de Riesgos y Negocios Internacionales.

Continuando con el análisis de las relaciones entre variables, la siguiente ilustración se incorpora tanto las asignaturas como el perfil de mercado requerido. De esta manera, se muestra las posibles conexiones entre asignaturas que, en conjunto, conforman una formación específica que es requerida en el mercado laboral.

En la parte periférica del grafo se ubican 31 posibles formaciones, mientras que en la parte central se encuentran las asignaturas de las dos maestrías, cuyas interconexiones permiten el desarrollo de una habilidad.



El contenido programático del ejemplo resaltado en amarillo se puede ver en el siguiente enlace: <https://1drv.ms/w/s!AqFjnWPzwSD1hnAn9vAqckVf2PNs>

## **Lista de formaciones como resultado de las interacciones entre los contenidos programáticos de las asignaturas de las dos maestrías.**

Formación a recibir: Seguridad en el comercio internacional – Protección contra fraudes y ciberataques.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.43)
- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.41)
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.40)
- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.40)

Formación a recibir: Geopolítica y negocios – Impacto de factores políticos en la economía.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Geopolítica y Geoeconomía (Similitud: 0.57)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.49)
- Economía Internacional (Similitud: 0.48)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.44)

**Formación a recibir: Gestión del riesgo en relaciones internacionales – Evaluar amenazas políticas y sociales que afectan la estabilidad global.**

**Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):**

- 4.1. ELECTIVA - GESTIÓN DE RIESGOS EN EMERGENCIAS Y DESASTRES (Similitud: 0.51)**
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.50)**
- Negociación Internacional (Similitud: 0.50)**
- 3. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD (Similitud: 0.48)**

Formación a recibir: Derecho internacional – Conocimiento de tratados y organismos.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.52)
- Estudios Regionales (Similitud: 0.45)
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.45)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.44)

Formación a recibir: Gestión de relaciones comerciales – Construcción de alianzas estratégicas.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.47)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.47)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.44)
- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.44)

Formación a recibir: Política exterior y diplomacia pública – Estrategias de posicionamiento de países.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Geopolítica y Geoeconomía (Similitud: 0.48)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.48)
- Estudios Regionales (Similitud: 0.46)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.46)

Formación a recibir: Gestión logística y aduanera – Manejo de importaciones y exportaciones.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.49)
- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.42)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.40)
- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.39)

Formación a recibir: Finanzas internacionales – Gestión de divisas y tasas de interés

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Finanzas Internacionales (Similitud: 0.63)
- Economía Internacional (Similitud: 0.55)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.46)

- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.45)

Formación a recibir: Marketing global – Adaptar estrategias a distintos mercados.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.51)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.49)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.44)
- Finanzas Internacionales (Similitud: 0.41)

Formación a recibir: Innovación y tecnología en negocios – Uso de herramientas digitales.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.51)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.44)
- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.42)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.42)

Formación a recibir: Gestión del riesgo empresarial – Identificación y mitigación de amenazas en mercados globales.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.50)
- 4.1. ELECTIVA - GESTIÓN DE RIESGOS EN EMERGENCIAS Y DESASTRES (Similitud: 0.49)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.47)
- 3. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD (Similitud: 0.47)

Formación a recibir: Comercio internacional – Conocimiento de tratados y regulaciones.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.55)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.50)
- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.48)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.47)

Formación a recibir: Análisis de riesgo político y económico – Evaluar la estabilidad de mercados

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Finanzas Internacionales (Similitud: 0.44)
- Economía Internacional (Similitud: 0.44)
- Geopolítica y Geoeconomía (Similitud: 0.42)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.42)

Formación a recibir: Estrategia empresarial global – Desarrollo de planes de expansión.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.51)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.43)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.43)
- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.43)

Formación a recibir: Resolución de conflictos internacionales – Mediación y negociación.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Negociación Internacional (Similitud: 0.61)
- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.48)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.47)
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.45)

Formación a recibir: Cumplimiento normativo – Adaptación a leyes de cada país.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.39)
- 3. PROFUNDIZACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS - SEGURIDAD Y DERECHOS HUMANOS (Similitud: 0.39)
- 3. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD (Similitud: 0.38)
- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.38)

Formación a recibir: Cabildeo y negociación en organismos internacionales – Trabajo con ONU, OMC, FMI, etc.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Negociación Internacional (Similitud: 0.53)
- Estudios Regionales (Similitud: 0.47)
- Cooperación Internacional (Similitud: 0.47)
- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.46)

Formación a recibir: Diplomacia y protocolo – Manejo de relaciones oficiales entre estados.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Negociación Internacional (Similitud: 0.41)
- Teoría de las relaciones internacionales (Similitud: 0.40)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.40)

- Estudios Regionales (Similitud: 0.40)

Formación a recibir: Inteligencia de mercados – Identificación de oportunidades globales

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.49)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.46)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.44)
- Finanzas Internacionales (Similitud: 0.43)

Formación a recibir: Gestión de crisis globales – Respuesta ante conflictos o emergencias.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- 4.1. ELECTIVA - GESTIÓN DE RIESGOS EN EMERGENCIAS Y DESASTRES (Similitud: 0.48)
- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.45)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.44)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.42)

Formación a recibir: Resolución de conflictos comerciales – Manejo de disputas en contratos.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.51)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.51)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.39)
- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.39)

Formación a recibir: Habilidades en Relaciones Internacionales

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Negociación Internacional (Similitud: 0.52)
- Teoría de las relaciones internacionales (Similitud: 0.51)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.51)
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.49)

Formación a recibir: Análisis de política internacional – Evaluación de tendencias globales.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Seguridad Internacional (Similitud: 0.53)
- Teoría de las relaciones internacionales (Similitud: 0.50)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.50)
- Economía Internacional (Similitud: 0.50)

Formación a recibir: Migración y derechos humanos – Políticas migratorias y su impacto.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- 3. PROFUNDIZACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS - SEGURIDAD Y DERECHOS HUMANOS (Similitud: 0.43)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.40)
- Estudios Regionales (Similitud: 0.40)
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.38)

Formación a recibir: Análisis económico global – Impacto de la economía en las relaciones internacionales.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Economía Internacional (Similitud: 0.54)
- Finanzas Internacionales (Similitud: 0.49)
- Geopolítica y Geoeconomía (Similitud: 0.47)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.45)

Formación a recibir: Negociación intercultural – Adaptarse a diferentes estilos de negociación

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Negociación Internacional (Similitud: 0.54)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.48)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.44)
- Legislación y Contratación Internacional (Similitud: 0.42)

Formación a recibir: Gestión de proyectos internacionales – Implementación y financiamiento.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Finanzas Internacionales (Similitud: 0.50)
- 1. GESTIÓN DE PROYECTOS (Similitud: 0.48)
- Cooperación Internacional (Similitud: 0.47)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.46)

Formación a recibir: Desarrollo sostenible y cooperación internacional – Implementación de proyectos sociales.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Cooperación Internacional (Similitud: 0.51)
- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.43)
- 1. GESTIÓN DE PROYECTOS (Similitud: 0.40)

- Negociación Internacional (Similitud: 0.39)

Formación a recibir: Pensamiento crítico y toma de decisiones – Evaluar escenarios complejos.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Negociación Internacional (Similitud: 0.44)
- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.44)
- 1. GESTIÓN DE PROYECTOS (Similitud: 0.42)
- 4. ELECTIVA - GESTIÓN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.41)

Formación a recibir: Emprendimiento internacional – Creación de startups con alcance global.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Marketing Digital y Análisis de Datos (Similitud: 0.43)- Gerencia Estratégica (Similitud: 0.42)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.41)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.41)

Formación a recibir: Trabajo en organismos internacionales – Adaptación a estructuras burocráticas.

Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- Sistema Internacional y Estudios Multiculturales (Similitud: 0.47)
- Cooperación Internacional (Similitud: 0.46)
- Seguridad Internacional (Similitud: 0.44)
- Estudios Regionales (Similitud: 0.44)

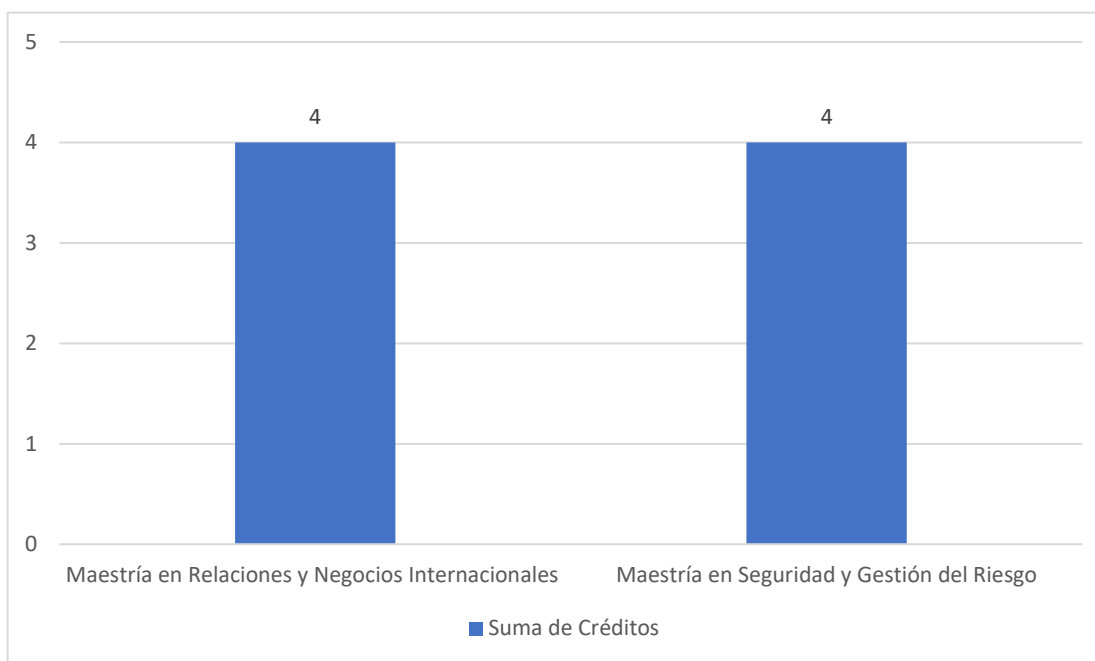
Como se mencionó en apartados anteriores, el ecosistema educativo inteligente se sustenta en la oferta educativa de los programas de pregrado y posgrado, incluso por niveles educativos técnicos y tecnológicos. Esta estructura está articulada mediante el sistema de créditos, lo cual que facilita los procesos de homologación y permite a los estudiantes continuar su formación de acuerdo con sus intereses, siempre que se cumplan las condiciones de homologación de las IES.

A continuación, se presenta uno de los resultados derivado de la interacción entre las asignaturas de la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales y la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo, junco con las posibles alternativas de homologación que podrían aplicarse:

Formación a recibir: **Gestión de crisis globales – Respuesta ante conflictos o emergencias.**  
Asignaturas correspondientes (top 4 por similitud):

- 4.1. ELECTIVA - Gestión DE RIESGOS EN EMERGENCIAS Y DESASTRES (Similitud: 0.48)
- 4. ELECTIVA - Gestión DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS (Similitud: 0.45)
- Negociación Internacional (Similitud: 0.44)
- Cadenas Globales de Valor (Similitud: 0.42)

### ILUSTRACIÓN 36 POSIBILIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE ASIGNATURAS PARA LA CONTINUACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



Fuente: Elaboración propia

La ilustración anterior muestra el número de créditos correspondientes a las asignaturas de cada programa de posgrado. En este sentido, dada la equivalencia en la cantidad de créditos, en el contenido de las asignaturas y, dependiendo de la calificación obtenida por el estudiante, (en algunas universidades para efectos de homologación, la nota debe ser superior a 3.5/5.0), una facultad podría considerar dichas asignaturas para realizar el proceso de homologación. Esto permitirá continuar su formación en cualquiera de las dos maestrías. Este mecanismo resulta fundamental en términos de la flexibilidad curricular y la personalización del aprendizaje, ya que el estudiante puede construir su propio camino de conocimiento.

## Diseño de incentivos para participar en el Ecosistema Educativo Inteligente ELE-IA.

Como se menciona en la revisión de literatura, el aporte de Casarosa et al., (2020), es fundamental para la presente investigación ya que abordan uno de los principales desafíos en la implementación del ecosistema: la fragmentación entre disciplinas, que a menudo frenan el desarrollo multidisciplinario. Por lo tanto, es importante revisar el esquema de incentivos que podrían generar la participación activa de los programas académicos en el Ecosistema Educativo Inteligente. Para este propósito, se utiliza la teoría de juegos para modelar los incentivos y explorar posibles escenarios reales.

A continuación, se relacionan algunos beneficios de participar en el ecosistema:

- a. Uso de la capacidad disponible
- b. Beneficios económicos: nuevos ingresos y economías de escala.
- c. Captura de valor compartido.
- d. Amplificación de la capacidad de cada programa.
- e. Flexibilidad e interdisciplinariedad

## Uso de la teoría de juegos

En este contexto, y con el objetivo de simplificar el esquema de incentivos dentro del Ecosistema Educativo Inteligente, y así tener una aproximación a la conducta de los agentes, se consideran los beneficios económicos, como una de las variables clave para incentivar la participación de los programas académicos en este mercado de economía colaborativa. Como lo demuestra en Raza et al., (2021), los beneficios económicos son un factor determinante en la decisión de los usuarios y prestadores de servicios para participar en el mercado colaborativo, peer to peer P2P.

Para analizar esta dinámica, se emplea la lógica de un juego cooperativo en un entorno no cooperativo (Hamidi et al., 2016), donde cada jugador actúa de manera autónoma, y elige la

estrategia que maximiza su propio beneficio, a pesar de que la colaboración genere un mejor resultado para todos. La teoría de juegos, ampliamente utilizada para analizar conflictos de interés, permite describir la actitud cooperativa o no cooperativa de los actores, (Başar y Zaccour, 2018).

### Estructura del Juego.

Se consideran 3 participantes en el análisis: la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales - MARNI, la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo - MSGR y el Ecosistema Educativo Inteligente - ELE-IA.

MARNI recibe un pago de 1000 pesos por la matrícula de 10 estudiantes, pero dispone de 5 cupos (capacidad disponible). MSGR recibe 500 pesos por la matrícula de 20 estudiantes, y también tiene 5 cupos disponibles.

El Ecosistema Educativo Inteligente ELE-IA buscar aprovechar estos disponibles para diseñar paquetes de materias, y ofrecer cursos o certificaciones a un precio inferior de lo que cuesta cada crédito de posgrado.<sup>18</sup> En este esquema, MARNI recibiría 80 pesos y MSGR recibiría 15 pesos por cada cupo disponible. Estos valores son ingresos marginales que tendría cada programa, incentivando así su participación en el ecosistema.

### Escenarios

- A. Que a MARNI y a MSGR, no les interese el ingreso al ecosistema ELE-IA, y decidan no participar.
- B. Que MARNI, si quiera participar, pero MSGR no.
- C. Que ELE-IA decida no integrarlos al ecosistema por su falta de colaboración.

Supuestos y datos:

---

<sup>18</sup> Son valores ajustados al ejercicio.

MARNI recibe un pago de 1000 pesos por la matrícula de 10 estudiantes, pero le quedan 5 cupos libres.

$$1000/10 * 5 = 500 \text{ (10 pesos por cupo)}$$

MSGR recibe 500 pesos por la matrícula de 20 estudiantes, y le sobran 5 cupos.  
 $500/20 * 5 = 125 \text{ (25 pesos por cupo)}$

ELE-IA recibe el 10% de los ingresos adicionales que percibirían MARNI y MSGR:

#### Estrategias de cada jugador

- MARNI y MSGR pueden aceptar o rechazar la posibilidad de ingresar al Ecosistema Educativo Inteligente - ELE-IA. Si aceptan, van a recibir un pago adicional por los cupos que se utilizan en la promoción de nuevos programas académicos, aunque inferior a los que recibirían por la matrícula de un cupo normal.

- ELE-IA tiene la opción de realizar la incorporación de los posgrados o no. Si decide hacerlo, el resultado depende de las decisiones de MARNI y MSGR. ELE-IA, puede subsistir con la incorporación de un programa. Aunque la capacidad de respuesta a las necesidades de formación particular es limitada, pero es funcional con un número de integrantes  $> 1$ .

Cálculo de pagos:

MARNI recibe 80 pesos por cada cupo utilizado por ELE-IA (asumimos que se utilizan 5 cupos):

$$80 \times 5 = 400 \text{ por cupo, menos el 10\%. 340 pesos}$$

MSGR recibe 15 pesos por cada cupo utilizado por ELE-IA (asumimos que se utilizan 5 cupos):

$$15 \times 5 = 75. \text{ Menos el 10\%. 67.50 pesos}$$

ELE-IA recibe una parte de los ingresos (10%) de lo que obtienen MARNI y MSGR:

$$0.10 \times (400 + 75) = 47.5$$

La matriz de pagos muestra los resultados de cada participante bajo las diferentes combinaciones de estrategias.

**TABLA 14 MATRIZ DE PAGOS DECISIONES DE MARNI, MSGR Y ELE-IA PARA PERTENECER O NO AL ECOSISTEMA**

ELE-IA	(MARNI A, MSGR A)	(MARNI A, MSGR R)	(MARNI R, MSGR A)	(MARNI R, MSGR R)
H (Hace propuesta)	(1000+340, 500+67.50, 47.5)	(1000+340, 500, 40)	(1000, 500+67.5, 7.5)	(1000, 500, 0)
N (No hace propuesta)	(1000, 500, 0)	(1000, 500, 0)	(1000, 500, 0)	(1000, 500, 0)

Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis de las decisiones

##### MARNI

Si MARNI acepta (A,A), y se incorpora en ELE-IA, recibe 1340 (1000 + 340), lo que es un ingreso superior a los 1000 que percibe si no participa, (N,A o N,R). Si MARNI rechaza (R) la invitación a participar en ELE-IA, sigue recibiendo 1000, sin ingresos adicionales por los cupos. Dado que MARNI obtiene mayores ingresos si acepta la propuesta; su mejor estrategia es aceptar.

##### MSGR

Si MSGR acepta (A, A) la propuesta de ELE-IA, recibe 567.5 (500 + 67.5), un ingreso mayor a los 500 que percibe si no acepta incorporarse en el Ecosistema Educativo Inteligente. Si MSGR rechaza (R) la propuesta de ELE-IA, sigue recibiendo 500 (sin ingresos adicionales, (R, A) o (R, R). Al igual que MARNI, MSGR siempre obtendrá mayores ingresos si acepta la propuesta. Por lo tanto, su mejor estrategia es aceptar.

##### ELE-IA

Si ELE-IA elige hacer la propuesta (H), recibe 47.5 que son los ingresos que percibe por conectar los contenidos de las asignaturas de las dos maestrías y ofertar nuevas formaciones particulares. En el caso (A, R), ELE-IA recibe 40, ya que MSGR decide no ingresar al ecosistema educativo inteligente. Si la elección es (R, A), ELE-IA también recibe 7.5, ya que MARNI no ingresa al ecosistema educativo inteligente. Si es (R, R), ELE-IA recibe 0, ya que no tiene elementos que pueda combinar, por lo tanto, no existiría el ecosistema.

Por su parte, si ELE-IA no incentiva a los programas a pertenecer al ecosistema y elige (N), ELE-IA recibiría 0, simplemente el ecosistema no existiría. En resumen, ELE-IA tiene un incentivo para hacer la propuesta, ya que ganaría 47.5, 40 o 7.5 en lugar de 0. Por lo tanto, su mejor estrategia es H (hacer la propuesta).

### Equilibrio de Nash

Un equilibrio de Nash se da cuando todos los jugadores eligen sus mejores estrategias dadas las decisiones de los demás jugadores, y ninguno tiene incentivo para cambiar su elección, (Sethi y Weibull, 2016). Para MARNI, su mejor estrategia es aceptar A, para MSGR, es aceptar A, y para ELE-IA, su mejor estrategia es H (hacer la propuesta). Por lo tanto, el equilibrio de Nash es el siguiente: MARNI elige A, MSGR elige A, ELE-IA elige H.

En este equilibrio (A, A, H), todos los jugadores están maximizando sus ganancias y no tienen incentivos para cambiar sus decisiones. Este es un juego de estrategias puras, ya que los jugadores toman decisiones concretas, aceptar o rechazar la propuesta de ELE-IA, y no involucra elementos de azar, ni probabilidades.

De igual manera, como se indicó al inicio, se trata de un juego cooperativo, ya que los jugadores pueden beneficiarse mutuamente si deciden colaborar. Es decir, si MARNI y MSGR aceptan la propuesta de ELE-IA, la combinación de sus asignaturas, generar nueva oferta académica que beneficiará a las partes, por los nuevos ingresos que no estaban contemplados

en la oferta tradicional, por las economías de escala generadas, por el poder de la red, la captura de valor compartido que puede ser trasladado a su propia comunidad estudiantil, por la amplificación de la capacidad de respuesta de cada programa a las necesidades de la comunidad académica directa e indirecta como producto de la interdisciplinariedad y la flexibilidad curricular.

Los beneficios se maximizan cuando todos cooperan y aceptan la propuesta de pertenecer a ELE-IA, lo que genera un equilibrio de Nash en el que todos los agentes adquieren mayores beneficios. ELE-IA se beneficia al conectar las ofertas de MARNI y MSGR, obteniendo una comisión por su intermediación. MARNI y MSGR también se benefician al obtener más ingresos al aceptar la propuesta de ELE-IA.

El juego también puede ser considerado no cooperativo, ya que cada posgrado toma su decisión sin necesidad de un acuerdo con los demás, excepto si es una disposición de la alta dirección de la IES. Cada programa actúa bajo su propia autonomía, eligiendo la estrategia que maximiza su propio beneficio, aunque la cooperación producirá un mejor resultado para todos.

A partir del análisis anterior, surge una reflexión en el diseño de incentivos utilizado en la red descentralizada y distribuida de Bitcoin. Nakamoto (2009), muestra que el nodo deshonesto no tiene incentivos para continuar siéndolo, ya que su poder computacional puede aprovecharse de manera honesta. Esto sugiere que los incentivos de estar en el ecosistema educativo podrían ser mayores que los de permanecer fuera de él. Como señala Filippas et al., (2020), en el mercado peer to peer P2P, los agentes (en este caso los propietarios), parten de un nivel de utilidad determinado, que en ningún caso disminuye. Del mismo modo, según lo planteado en la matriz de pagos, se observa que los programas de pregrado no disminuyen sus niveles de utilidad al integrarse en el ecosistema, al contrario, al abrirse al mercado P2P, pueden obtener mayores beneficios económicos.

Sección de resultados. Análisis de las variables “personalización del aprendizaje, aprovechamiento de capacidades institucionales e identificación de capacidades no evidentes.

### Personalización del aprendizaje

En la medida que el ecosistema permite caracterizar los elementos constitutivos, se construye el modelo teórico de interacción entre las necesidades del estudiante, las capacidades institucionales y los perfiles laborales, bajo un enfoque de sistemas complejos y articulado con técnicas de procesamiento de lenguaje natural. Esto contribuye a definir con mayor claridad los nodos de interacción del ecosistema, en los cuales la personalización se materializa como un proceso de autoorganización y se observa la posibilidad que tiene la IES para aprovechar su capacidad instalada disponible e identificar capacidades no evidentes.

El ecosistema educativo inteligente recibe como entrada una necesidad de formación aleatoria determinada por la IA. El objetivo es medir la capacidad del sistema para identificar contenidos que respondan de forma directa a las necesidades del estudiante en línea con los requerimientos del mercado laboral. La métrica utilizada fue la similitud de coseno, cuyo rango va de 0 a 1.

La variable dependiente personalización del aprendizaje, formulada en la hipótesis 1, encuentra una amplia validación por la posibilidad que brinda el ecosistema de identificar las combinaciones de asignaturas con alta pertinencia con respecto a los perfiles de los estudiantes y a las demandas del mercado laboral.

En este orden, el valor de la similitud de coseno alcanzó niveles de 0.85, el cual significa que, de acuerdo con el perfil del estudiante, la necesidad del mercado y el perfil laboral

solicitado, las combinaciones se encuentran fuertemente alineadas con las competencias requeridas. Este hallazgo constituye evidencia robusta de que el ecosistema puede construir rutas formativas personalizadas y ajustadas a contextos específicos.

Asimismo, en las simulaciones donde se incorpora una mayor cantidad de estudiantes, cada uno con su respectivo perfil y un conjunto de asignaturas, la similitud de coseno se ubicó en un rango de 0.31 y 0,67 como se muestra en la Tabla 9. Estos valores intermedios sugieren que, aunque el sistema logra establecer correspondencias relevantes, todavía existen espacios de mejora en la cobertura de otro tipo de necesidades. Dicho resultado es coherente con los principios de la Teoría General de Sistemas: a mayor diversidad de entradas y de interacciones, la autoorganización del ecosistema requiere más iteraciones para consolidar patrones estables.

De manera particular, en la Tabla 11, cuando se analizó un requerimiento orientado a *Ciencia de Datos para la Detección de Enfermedades Crónicas*, las similitudes con las asignaturas oscilaron entre 0.76 y 0.86. Este resultado refuerza la hipótesis de demostrar que, cuando el ecosistema cuenta con mayor densidad de asignaturas que hacen parte de campos específicos, el ecosistema alcanza mayores niveles de personalización. La diferencia respecto a los valores de la Tabla 9 se explica porque una mayor proporción de asignaturas de las simulaciones están vinculadas a las ciencias de datos, lo que incrementa la correspondencia entre los perfiles laborales requeridos y las capacidades institucionales existentes.

Finalmente, en la medida que el ecosistema adquiera mayor energía o robustez, es decir, que incorpore más capacidades institucionales e interinstitucionales y aumente las interacciones entre asignaturas, estudiantes y perfiles laborales, es razonable proyectar que los niveles de similitud tenderán a incrementarse. Esto se debe a que los sistemas complejos, al ampliar su base de relaciones, generan nuevos patrones emergentes de correspondencia que potencian la personalización del aprendizaje.

## Capacidades institucionales e identificación de capacidades no evidentes

Lo primero que se debe considerar es que las asignaturas que integran el plan de estudios de un programa académico son diseñadas, en principio, para responder a los objetivos formativos de dicho programa. Sin embargo, algunas de estas asignaturas pueden compartirse con otros planes de estudio el cual se conoce como interdisciplinariedad, el cual amplía el espectro de uso de los espacios académicos. En este orden de ideas, la hipótesis II plantea la necesidad de identificar y aprovechar al máximo cada uno de estos espacios, buscando su utilización hasta el 100% de la capacidad ofrecida. Este planteamiento resulta coherente con la lógica del ecosistema que se ejecuta sobre la capacidad de estos espacios académicos. De esta manera, como ocurre con los sistemas complejos, cada nodo (asignatura), incrementa su valor no únicamente por su uso directo en un programa, sino también por la posibilidad de articularse con otros programas y perfiles. Por lo tanto, el ecosistema a través de las simulaciones permitió demostrar que es capaz de redistribuir y maximizar el uso de los espacios académicos, revelando incluso capacidades que, en condiciones tradicionales, permanecían ocultas o subutilizadas.

En segundo lugar, la función de optimización propuesta en el ecosistema constituye un mecanismo que permite identificar coincidencias entre las características de un estudiante, su necesidad de formación  $n_{ji}$ , el perfil laboral  $x_j$  y la oferta educativa  $O_j$ . En este sentido, la función de optimización asegura de que no se generen trayectorias educativas dispersas o insostenibles, promoviendo el aprovechamiento de la capacidad instalada y garantizando al mismo tiempo, una formación ajustada al perfil de cada estudiante como se presentan en la Tabla 8.

El proceso de personalización descrito en el apartado anterior es validado mediante la similitud de coseno, la distancia euclidiana y la variable ponderable “peso” derivada del promedio entre la similitud de coseno del requerimiento y del mercado. Este proceso permitió posicionar cada asignatura dentro de la trayectoria formativa óptima, resolviendo con mayor precisión la posición de la asignatura con respecto al requerimiento. Si bien en la simulación inicial, la distancia euclidiana resultó parcialmente efectiva para la identificación de la formación óptima, debido a que la trayectoria propuesta por el ecosistema atiende la necesidad de un estudiante, como se observa en la Ilustración 13. No obstante, cuando se incorpora el perfil laboral exigido, se evidencia que la distancia euclidiana resulta ser apropiada con el fin de revisar la alineación de la formación óptima con el mercado como se observa en la Ilustración 14. A medida que el ecosistema adquiere un mayor número de relaciones y patrones de interacción, la medida se convierte en un recurso valioso para la toma de decisiones orientadas a la identificación de trayectorias formativas óptimas, aprovechando las capacidades instaladas que generan mayor valor.

De esta manera, al evitar trayectorias dispersas, no solo se optimiza la combinación de asignaturas que hacen parte de la oferta actual de una IES, sino que también enriquece la experiencia del estudiante al identificar plenamente una formación ajustada a sus dotaciones iniciales, presentadas ampliamente en las simulaciones 1 y 4. Asimismo, los resultados de la simulación 4 y 5 muestran que la combinación de asignaturas conduce al descubrimiento de una nueva capacidad. Aunque estas asignaturas hacen parte de un programa de estudios específico, al combinarse de manera no prevista inicialmente, generan una nueva oferta educativa sin necesidad de crear asignaturas adicionales. Tal como se describe en la simulación 5, con la participación de 10 programas académicos, cada uno integrado por 3 asignaturas, se

realizaron combinaciones en grupos de 2, 3 y 4 asignaturas. Este proceso permitió generar más de 12 mil formaciones<sup>19</sup> particulares que no estaban contempladas en la oferta educativa original. Estos hallazgos constituyen evidencia clara del cumplimiento de la hipótesis II, el cual indica que el ecosistema permite generar un mayor aprovechamiento de las capacidades instaladas y descubrir capacidades no evidentes de las IES.

Otro hallazgo relevante proviene de la simulación realizada con los contenidos de las asignaturas de la Maestría en Relaciones y Negocios Internacionales y la Maestría en Seguridad y Gestión del Riesgo. En este ejercicio se estableció una lista de 31 necesidades de formación y cuyas conexiones se evidencian en la Ilustración 35 donde se observa cómo las asignaturas de los programas se enlazan de manera significativa y permiten construir las trayectorias académicas de las siguientes necesidades de formación:

perfiles\_mercado = list(set([

1. "Negociación intercultural – Adaptarse a diferentes estilos de negociación",
2. "Comercio internacional – Conocimiento de tratados y regulaciones.",
3. "Gestión logística y aduanera – Manejo de importaciones y exportaciones.",
4. "Inteligencia de mercados – Identificación de oportunidades globales",
5. "Análisis de riesgo político y económico – Evaluar la estabilidad de mercados",
6. "Estrategia empresarial global – Desarrollo de planes de expansión.",
7. "Finanzas internacionales – Gestión de divisas y tasas de interés",
8. "Marketing global – Adaptar estrategias a distintos mercados.",
9. "Emprendimiento internacional – Creación de startups con alcance global.",
10. "Gestión de relaciones comerciales – Construcción de alianzas estratégicas.",
11. "Cumplimiento normativo – Adaptación a leyes de cada país.",
12. "Gestión del riesgo en relaciones internacionales – Evaluar amenazas políticas y sociales que afectan la estabilidad global.",
13. "Pensamiento crítico y toma de decisiones – Evaluar escenarios complejos.",
14. "Trabajo en organismos internacionales – Adaptación a estructuras burocráticas.",
15. "Gestión de proyectos internacionales – Implementación y financiamiento.",
16. "Política exterior y diplomacia pública – Estrategias de posicionamiento de países.",
17. "Análisis económico global – Impacto de la economía en las relaciones internacionales.",
18. "Migración y derechos humanos – Políticas migratorias y su impacto.",
19. "Gestión de crisis globales – Respuesta ante conflictos o emergencias.",
20. "Cabildeo y negociación en organismos internacionales – Trabajo con ONU, OMC, FMI, etc.",
21. "Innovación y tecnología en negocios – Uso de herramientas digitales.",
22. "Resolución de conflictos comerciales – Manejo de disputas en contratos.",
23. "Geopolítica y negocios – Impacto de factores políticos en la economía.",

---

<sup>19</sup> La tabla de las más de 12 mil formaciones puede encontrarse en: [mas de 12 mil formaciones.xlsx](#)

24. "Seguridad en el comercio internacional – Protección contra fraudes y ciberataques.",
25. "Gestión del riesgo empresarial – Identificación y mitigación de amenazas en mercados globales.",
26. "Habilidades en Relaciones Internacionales",
27. "Desarrollo sostenible y cooperación internacional – Implementación de proyectos sociales.",
28. "Diplomacia y protocolo – Manejo de relaciones oficiales entre estados.",
29. "Análisis de política internacional – Evaluación de tendencias globales.",
30. "Derecho internacional – Conocimiento de tratados y organismos.",
31. "Resolución de conflictos internacionales – Mediación y negociación."

))

Dichas conexiones demuestran que las capacidades instaladas en cada programa no operan de manera aislada, sino que pueden articularse para atender demandas formativas específicas y complejas. En consecuencia, este hallazgo valida nuevamente la Hipótesis II, al mostrar que el ecosistema es capaz de aprovechar al máximo las capacidades disponibles en dos programas de posgrado distintos, evitando redundancias y maximizando el uso de los espacios académicos y descubrir capacidades no evidentes, al identificar relaciones emergentes entre asignaturas que, en un esquema tradicional, se considerarían exclusivas de un programa.

Finalmente, tal como se describe en el modelo de economía colaborativa y en el análisis de resultados de la Tabla 14, se evidencia que en el corto plazo la mayor utilidad para la IES se alcanza cuando la cantidad de matrículas efectivas en una asignatura  $x$  es igual a los cupos ofrecidos  $\alpha$  en ese espacio académico.

Así las cosas, la IES podrá generar el máximo aprovechamiento de su capacidad instalada, puesto que cada recurso docente y logístico se utiliza en su totalidad, sin subutilización ni sobrecarga. En otras palabras, mientras el número de estudiantes matriculados en un curso sea equivalente a los cupos disponibles dentro del ecosistema, se asegura un equilibrio eficiente entre la demanda estudiantil y la oferta institucional.

TABLA 15 RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS HIPÓTESIS

Hipótesis	Argumento	Resultado
-----------	-----------	-----------

HIPÓTESIS 1	Existe evidencia cuantificable desde la Similitud de Coseno y su relación con el requerimiento del mercado y el perfil del estudiante, de acuerdo con las 5 simulaciones y en la combinación de asignaturas de los posgrados de la UMNG.	SOPORTADA
HIPÓTESIS 2	La interacción de espacios académicos (asignaturas) permitió la utilización de las capacidades instaladas y la identificación de capacidades no evidentes con más de 12 mil posibilidades de formación con lo demostrado en la Simulación 5 y en la combinación de asignaturas de los posgrados de la UMNG.	SOPORTADA

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 5. Implicaciones futuras para los diferentes Stakeholders

EIE-IA, es una herramienta tecnológica diseñada para articular la oferta educativa disponible en los planes de estudio de cada programa de posgrado o pregrado. Su estructura genera interacciones entre los contenidos programáticos de las asignaturas, cuya combinación óptima brinda un formación personalizada y alineada con los intereses de los estudiantes, sus habilidades previas y los perfiles laborales disponibles.

En la simulación número 5 se presentaron las conexiones generadas por EIE-IA como resultado de la interacción entre las asignaturas de los diez programas de pregrado, generando así, más de 12 mil posibilidades de formación. Esta posibilidad de capturar la capacidad disponible de los programas y generar su interacción amplía las alternativas que puede ofrecer la IES a los estudiantes, enriqueciendo y diversificando su experiencia de aprendizaje.

En este contexto, y teniendo en cuenta los posibles impactos que pueden generarse para los distintos miembros de la comunidad académica, a continuación, se presentan algunas

implicaciones futuras que contribuirán a orientar el uso del ecosistema, aprovechando de manera eficiente esta tecnología, como así se evidenció en los capítulos anteriores.

#### Directivos y gobierno universitario.

Cuando la universidad se concibe como un sistema, amplifica su capacidad de respuesta a las demandas de formación al conectar tanto sus componentes internos como externos. En este contexto, es necesario organizar y gestionar el Ecosistema Educativo Inteligente dentro de la IES, lo cual podría requerir la creación de un órgano directivo de alto nivel, como una vicerrectoría, que facilite y coordine la incorporación de los programas y facultades al ecosistema. Su influencia permitirá fortalecer la administración del ecosistema, promover la colaboración de los programas académicos y así generar experiencias educativas orientadas a los resultados del aprendizaje deseados.

En este orden de ideas, esta dirección deberá propender por el establecimiento de procesos y procedimientos claros, así como por el acompañamiento y capacitación a los docentes. La gestión del ecosistema requiere el involucramiento de recursos y capacidades institucionales que deben ser gerenciados de manera eficiente; para ello se requiere la implementación de herramientas de monitoreo que permitan evaluar el desempeño del ecosistema en tiempo real. De esta manera, es indispensable alinear el ecosistema con los procesos de autoevaluación y mejora continua, que permitan valorar su funcionamiento, resultados e impactos para garantizar su crecimiento.

Por otra parte, ELE-IA puede configurarse como una organización distinta a una universidad específica, dada su capacidad para integrar múltiples instituciones educativas. Esta organización podría estar liderada por el Ministerio de Educación Nacional o una Secretaría de Educación a nivel local, con el objetivo de articular las capacidades académicas de las instituciones participantes, y ofrecer formación personalizada a la comunidad en general.

En este contexto, ELE-IA tendría aplicaciones estratégicas en la gestión pública, como en los programas de acceso a la educación superior como "Jóvenes a la E", administrado por la Agencia Distrital para la Educación superior, la ciencia y la Tecnología (ATENEA). Este programa ofrece más de 5 mil becas para los jóvenes de Bogotá y el municipio de Soacha, y cuenta con la participación de cerca de 36 universidades locales (Atenea, 2025).

En este caso, los estudiantes podrían realizar su tránsito del colegio a la universidad mediante programas de inmersión individualizados que les permitan explorar su vocación e idoneidad en determinadas áreas del conocimiento y, con base en estos resultados, continuar su formación en esa línea o redireccionarse hacia otras más adecuadas. Esta orientación no solo contribuiría a la reducción de los índices de deserción estudiantil, sino que también permitiría una asignación más eficiente de los recursos que son destinados para estos programas.

Además, la articulación de las universidades y su interacción que es facilitada por ELE-IA, favorecerá la inclusión de grupos sociales con dificultades para el acceso a la educación superior. Esta inclusión se ve facilitada por la abundancia derivada de la conexión de capacidades subutilizadas, las cuales, bajo esquemas tradicionales, implicarían altos costos económicos y logísticos proporcionar volúmenes de formación de esta naturaleza. Sin embargo, bajo esta estructura, se aprovechan las capacidades disponibles, lo que permite ampliar el alcance de los programas sociales en materia educativa.

Por otra parte, ELE-IA también puede proyectarse como otro tipo de estructura organizacional con autonomía operativa propia, convirtiéndose en una EdTech (Educational Technology). Dado que el ecosistema se estructura sobre los principios de la economía colaborativa y de las plataformas tecnológicas, esta configuración le permite insertarse en el mercado de las plataformas tecnológicas educativas. Esta proyección le otorgaría capacidad

para desarrollar otros servicios y adaptar su estructura a otro tipo de soluciones y así consolidarse como un actor relevante en la generación de soluciones de formación a gran escala.

ELE-IA podría diversificar sus líneas de servicio que respondan a las necesidades del sector educativo. Entre estas se encuentra el desarrollo de un marketplace de microcredenciales, articulando la oferta formativa de diferentes instituciones y otorgando cocertificaciones. Asimismo, se proyecta como una herramienta para el uso de los orientadores vocacionales y la asesoría estudiantil personalizada, el cual permitirá desarrollar planes de formación a la medida de cada estudiante, lo que se convierte en un valor agregado que los colegios y universidades pueden ofrecer a sus estudiantes.

De igual forma, puede ofrecer consultoría especializada en la creación de ecosistemas educativos inteligentes, dirigida tanto a instituciones de educación superior como a gobiernos en los niveles nacional y municipal.

En el ámbito institucional, ELE-IA puede consolidarse como una plataforma para el diseño y evaluación de contenidos programáticos, así como una herramienta para procesos de autoevaluación y análisis de pertinencia de programas de pregrado y posgrado.

Finalmente, como se mencionó en la contextualización de la investigación el licenciamiento de esta tecnología representa una línea estratégica muy importante y se está realizando el proceso de registro de patente con la Universitat Politècnica de Valencia para que diversas instituciones de diferentes partes del mundo integren a ELE-IA dentro de sus propios entornos educativos.

#### Estudiantes.

Cada estudiante tiene una perspectiva diferente, aunque sus expectativas de formación puedan ser similares a las de sus compañeros, cada estudiante proviene de entornos diferentes, y trae consigo sus propias capacidades, su contexto cultural, familiar y social.

En este sentido, el Ecosistema Educativo Inteligente propuesto puede ofrecer alternativas de formación para cada estudiante, facilitando el tránsito a la educación superior. ELE-IA, funciona como un vaso comunicante entre el mercado laboral, las necesidades propias del estudiante y las capacidades de las IES. No obstante, este grado de flexibilidad requiere de un acompañamiento adecuado, mediado por la tecnología, como se evidenció en la simulación 1, cuyo acompañamiento permita generar recomendaciones sobre las rutas de formación óptimas, que podrán ser validadas previamente por los orientadores académicos de los colegios, los asesores académicos de las universidades, el personal de bienestar universitario y los docentes.

ELE-IA permitirá acercar a los estudiantes con diferentes campos ocupacionales y del conocimiento, para que puedan ser explorados y cursarlos con el fin de orientar adecuadamente su vocación. En este contexto, los orientadores de los colegios podrán diseñar cursos de inmersión académica individualizada o preuniversitarios personalizados, permitiendo que cada estudiante, de acuerdo con sus capacidades, intereses y habilidades previas, siga una ruta de formación que le posibilite explorar su vocación, para tomar decisiones informadas sobre su futuro académico y profesional.

Para los estudiantes que ya están en las universidades, el ecosistema ELE-IA permitirá alcanzar niveles de flexibilidad e interdisciplinariedad tan altos que permitirá atenuar las líneas fronterizas entre disciplinas, como ocurrió con el Muro de Berlín: un muro que finalmente cayó para dar paso a nuevas formas de interacción.

Esta interacción generará alternativas de formación que respondan a los desafíos sociales desde múltiples perspectivas, facilitando la combinación de conocimientos para atender problemas sociales de manera articulada y con mayor impacto. A través del Ecosistema Educativo Inteligente, los estudiantes universitarios podrán elegir libremente el componente de

profundización de los planes de estudios. Por ejemplo, en la formación de los economistas, resulta frustrante, contar con tan solo unos pocos campos de profundización, cuando la acción de este profesional requiere del dialogo con expertos en salud, educación, infraestructura, urbanismo, transporte, industria, ciencias políticas, el deporte, la ingeniería ambiental, las finanzas, la moda, la política económica, la filosofía, la historia, la administración, el marketing, la tecnología, la ciencia de datos, el derecho, entre otros.

Además, los estudiantes podrán ingresar a un universo de formación continua, en el que sea viable la implementación de sistemas de inscripción o membresías que les otorguen acceso cursos, certificaciones y otro tipo de formación de distintos niveles y modalidades. Estas oportunidades estarán disponibles en la medida en que los recursos del ecosistema interactúen entre sí, facilitando un aprendizaje permanente y personalizado.

Las certificaciones, microcredenciales, macrocredenciales y cursos podrán ser desarrollados dentro del ecosistema, siempre a partir de la base que constituyen los planes de estudio de los programas de pregrado y posgrado. En este sentido, el desborde de valor mencionado anteriormente puede ser plenamente aprovechado por los estudiantes, quienes podrán capturar y utilizar los distintos espacios que brindan las instituciones de educación superior por medio del ecosistema.

Por su parte, la capacidad del ecosistema para articular la oferta educativa de diversas universidades se configura como un mecanismo que permite para fortalecer la movilidad académica tanto de estudiantes como de docentes. En este contexto, las alternativas de formación generadas por el ecosistema podrán estructurarse a partir de asignaturas provenientes de distintas instituciones de educación superior, permitiendo la implementación de esquemas de cocertificación.

De igual manera, ELE-IA podrá consolidarse como una herramienta para las oficinas de egresados de las universidades. Esta innovación educativa facilita el establecimiento de relaciones de largo plazo entre las universidades y sus egresados, lo cual representa uno de los grandes desafíos de las facultades y programas, y además hace parte de los procesos de autoevaluación con fines de acreditación en alta calidad, de acuerdo con las normas vigentes del Ministerio de Educación Nacional en Colombia.

Por lo tanto, el ecosistema brinda la posibilidad de implementar afiliaciones o membresías que permitan el acceso continuo a procesos de formación y actualización profesional. De este modo, los egresados, independientemente de su programa académico de origen o cargo en el que se desempeñen, podrán acceder a programas de formación personalizada alineados con sus intereses y necesidades laborales. Este aspecto es fundamental y se convierte en un valor agregado que las universidades pueden ofrecer a su comunidad.

### Profesores

Como se indicó anteriormente, el ecosistema se estructura bajo la microfundamentación de la economía colaborativa, donde la instrumentalización de los agentes que participan en este tipo de mercados peer to peer (p2p) se constituye en una estrategia para dinamizar y generar crecimientos exponenciales, de acuerdo con lo planteado por Creus (2015).

En este contexto, el rol del profesor seguirá siendo la docencia, pero se amplía su para convertirse en un asesor académico de alto impacto. En el ecosistema, los docentes asumen el papel de creadores de programas de formación personalizada. En este sentido, la universidad puede conectar con redes de docentes a nivel nacional e internacional para capacitar y generar el acceso de los profesores al ecosistema

Esto implica que el docente podrá acceder a la plataforma y proveer de soluciones de formación a todos los estudiantes de su círculo académico. Este ejemplo es comparable a la

manera en que se proporcionan los accesos necesarios para que un socio conductor acceda a la plataforma de Uber e inicie la prestación de sus servicios. Aunque la dinámica es similar, evidentemente el contexto es diferente.

El verdadero reto se presenta en el salón de clase, independientemente de la modalidad presencial, virtual o dual. A los salones de clase o espacios virtuales asistirán estudiantes de diversas disciplinas, por lo que sus niveles de formación e intereses serán heterogéneos. Aunque el Ecosistema Educativo Inteligente Autoorganizado (ELE-IA) puede identificar sus habilidades previas e intereses, cada grupo tendrá su propia dinámica, y el desafío para los docentes será adaptar sus estrategias a una audiencia diversa, sin desmejorar ni comprometer la exigencia, ni la calidad académica. Esto exigirá ciertas cualidades del docente: no solo flexibilidad en su metodología, sino también empatía para integrar distintas perspectivas presentes en un mismo espacio.

La planeación curricular deberá anticipar los desafíos antes descritos, por lo que se sugiere la implementación de materiales didácticos a través de las aulas virtuales de cada curso. Por ejemplo, para las asignaturas de nivel avanzado, los cursos anteriores pueden ofrecer material de apoyo que sirvan para reforzar los conocimientos previos. Esta articulación permite que los estudiantes de distintas disciplinas accedan a contenidos que faciliten su nivelación y puedan participar activamente en las clases. Este tipo de dificultades ocurren con frecuencia, en especial en los cursos que son departamentalizados o transversales. Por ejemplo, en las clases de microeconomía o macroeconomía, comúnmente se encuentran estudiantes de otras disciplinas como Marketing, Administración de Empresas, Contaduría Pública, Derecho, entre otras. En este sentido, los diferentes niveles formación, así como el contexto en el que se encuentran los estudiantes de cada disciplina, dan lugar a la conformación de grupos muy heterogéneos, donde el docente, sin comprometer la calidad, motiva a los estudiantes para el

desarrollo de las habilidades propuestas. De esta manera, es importante que el docente desarrolle la capacidad para liderar y gestionar grupos heterogéneos, fortaleciendo habilidades como la empatía, la escucha y la inteligencia emocional.

### Empleadores

Para este importante agente del ecosistema, el impacto esperado se puede enfocar en dos aspectos. El primero, al conectar los perfiles del mercado laboral con los requerimientos de formación de los estudiantes y la oferta académica disponible, se generaría una mayor correspondencia entre las competencias desarrolladas en las IES y las necesidades de las empresas. El segundo, las empresas a través de sus oficinas de gestión humana, podrían incorporar el ecosistema como parte de sus planes de capacitación continua, logrando así fortalecer las habilidades de sus colaboradores de manera personalizada.

Por su parte, dada la posibilidad de conectar con los requerimientos de los perfiles laborales que buscan las empresas, el ecosistema puede generar información relevante para las IES y preparar a sus estudiantes para la práctica profesional. En este escenario, el estudiante podrá recibir formación anticipada, dados unos parámetros como el perfil del cargo al que se está postulando y sus propias capacidades y necesidades. De esta manera, la empresa recibirá un practicante con habilidades más ajustadas a sus necesidades.

### Aporte a la Investigación

Si bien hasta este punto el Ecosistema Educativo Inteligente (ELE-IA) se ha enfocado principalmente en la generación de formaciones óptimas, sus capacidades pueden ampliarse hacia otros campos como la investigación. En este sentido, ELE-IA podría articular redes de investigación, fomentando la colaboración multidisciplinaria para la solución de múltiples desafíos sociales. Un ejemplo de ello es el proyecto *FuturICT: Global Computing for our*

*Complex World*, uno de los principales referentes de la presente investigación, que evidencia los beneficios del poder de la red y de la colaboración en el ámbito investigativo.

En este orden, es importante identificar las capacidades individuales de los investigadores y de los grupos de investigación de las diferentes instituciones. Esta información podría obtenerse a partir de los datos del Gruplac y el Cvlac disponibles en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta revisión, permitirá la conexión entre las diferentes capacidades de investigación disponibles, tanto al interior de la institución como en redes externas y, a su vez, la identificación de los temas prioritarios en la agenda del país o a nivel local para la formulación de soluciones rápidas y eficientes.

En este escenario, ELE-IA podría articular a los distintos actores de la comunidad científica, conectándolos en función de intereses comunes y sus distintas capacidades. Gracias a la estructura sobre la cual se ha construido el ecosistema, le permite adaptarse a diversos contextos. Por ejemplo, alcanzar niveles óptimos en campos de investigación como la disyuntiva entre el crecimiento económico y el impacto ambiental, implica la interacción de múltiples intereses. En este sentido, la posibilidad de ubicar estos intereses y capacidades en el espacio, como se hizo con las asignaturas y los requerimientos de formación óptima mediante los gráficos PCA y los modelos computacionales aquí propuestos, permitirá identificar el grado de alineación entre la investigación científica, la formulación de políticas públicas, las soluciones deseables y los demás actores involucrados en la problemática.

## Capítulo 6. Conclusiones y Limitaciones

### Conclusiones:

- El Ecosistema Educativo Inteligente Autoorganizado por medio de inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural propuesto en la presente investigación, permite identificar la capacidad disponible de las instituciones de los de los programas de educación superior, conectarlas entre sí y proveer de soluciones particulares en materia educativa, según los requerimientos de los estudiantes. En este sentido, se demostró cómo las universidades pensadas como ecosistemas pueden aprovechar su capacidad instalada para descubrir capacidades ocultas porque les permite tener una visión ampliada de su alcance y de su entorno; las conexiones generan captura de valor, brindando mayores posibilidades de aprendizaje personalizado y centrado en el estudiante.

- El uso de procesamiento de lenguaje natural permitió la conectar las posibles ambigüedades de parte de los actores del ecosistema que intentan perseguir lo mismo pero cada uno lo entiende a su modo. En este sentido, el PLN, superó esta barrera con el fin de poner en acuerdo a las partes y ofrecer contenidos acordes con las necesidades de formación del mercado y del estudiante. Aquí surge una reflexión importante para las IES en la construcción de los perfiles ocupacionales, de ingreso, egreso y del estudiante. EIE- IA permitió, por primera vez, cuantificar la oferta educativa, (contenidos programáticos, perfiles, asignaturas, programas), a través de métodos que permiten vectorizar documentos y medir la distancia y la similitud de su oferta educativa con lo que busca el mercado y el estudiante. Este es un aporte sustancial para las IES, porque sus ejercicios de autoevaluación podrán conducirse con mayor objetividad y claridad, utilizando, por ejemplo, el gráfico PCA, y las tablas de similitudes. Además, las IES podrán alinear su oferta, hacer modificaciones, implementar nuevos programas o asignaturas, que permitan cumplir con la oferta de valor de la institución y de cada programa. En este sentido, podrán disponer de esta herramienta para planear, identificar oferta que puede ser

redundante, utilizar su capacidad y aprovecharla de manera objetiva gracias a la cuantificación de todo su ecosistema.

- Por otra parte, uno de los hallazgos fundamentales en la revisión de literatura fue el aporte de Lu y Wu (2024), donde proponen que los ecosistemas educativos deben observarse como un sistema complejo, convirtiéndose, de esta manera en un sustento valioso para el desarrollo del ecosistema educativo inteligente, aquí propuesto. El estudio de Lu y Wu (2024), aunque es de carácter teórico y fue indexado en febrero de 2025 en WoS, proponen que el desarrollo del ecosistema esté soportado en una infraestructura centrada en inteligencia Artificial a través de tres niveles: 1. redes de percepción inteligente, 2. incorporación de aprendizaje profundo, grafos de conocimiento y procesamiento de lenguaje natural y 3. sistemas modulares y configurables que permitan personalizar la enseñanza. Estos tres niveles propuestos, pueden identificarse plenamente en el Ecosistema Educativo Inteligente ELE-IA. Primero, se utiliza infraestructura de IA para generar redes de percepción inteligente, grafos para representar las interconexiones entre los diferentes nodos de la oferta educativa disponible y la nueva formación generada. Procesamiento de Lenguaje Natural, se utilizó el modelo de text-embedding-3-large, para permitir la interconexión de los agentes y principalmente la interpretación de sus necesidades a través de la máquina. Y, por su puesto, los sistemas modulares, configurables que permitan la enseñanza, fue, en términos generales, el resultado de la presente investigación.

- Como también lo proponen, Lu y Wu (2024), el Ecosistema Educativo Inteligente utiliza y genera estructuras dinámicas y colaborativas entre la oferta disponible. El alcance del ecosistema puede ser de tal magnitud, en el que todo un sistema educativo de un país podría incorporarse y beneficiar a los estudiantes de manera significativa, sobre todo aquellos que, por diversas limitaciones, no pueden acceder a la educación formal, también

argumentado por Otto y Kerres (2022), el cual indican que es necesario aumentar la visibilidad de los recursos disponibles y generar formas inteligentes para aumentar su interconexión y de esta manera el acceso a la educación personalizada.

- Por otro lado, y en consistencia con los aportes de Nikolaeva (2024) y de Gortaire et al., (2023), donde destacan que los ecosistemas educativos se basan en enfoques de paradigma mixto que combinan principios y constructos constructivistas y conectivistas, se identifica que, en el Ecosistema Educativo Inteligente Autoorganizado aquí planteado, el estudiante puede construir su propio conocimiento a partir de los elementos que observa en su entorno. Esto implica que el ecosistema se adapta a la necesidad del estudiante, generando, además, un sistema de recomendaciones que se ajustan a sus requerimientos, a las necesidades del mercado y a la capacidad de la IES.

En este caso, el ecosistema provee de soluciones de formación personalizada, como se puede comprobar en la sección donde GPT-4 asumió un rol de estudiante de ingeniería informática, tuvo en cuenta la privacidad de los datos, esto implica que tiene un contexto del estudiante, y por ende la IA construyó un perfil del estudiante de manera particular y le asignó un código. Posteriormente, bajo este rol de estudiante, hizo un requerimiento de formación particular, que fue complementado con la información del mercado laboral teniendo como referencia el perfil de Gerente de Negociación Internacional y Gestión Logística, que, como se puede observar, es una formación relativamente diferente a la de su campo de ingeniería informática y ahora, con el aporte de la investigación es posible decir con una distancia mayor a la de su campo de acción directo, como lo puede ser, la arquitectura de redes informáticas, analista de sistemas informáticos, programador, entre otros, generando, de esta manera, un contenido programático de la materia Negocios y Logística Internacional ajustada a su perfil y que fue el resultado de la función de optimización propuesta.

El resultado presentó una similitud de coseno de 0.8543501084791995 entre el contenido de la asignatura y el contexto del mercado laboral, como se muestra en la Tabla 12. Un nivel de similitud cercano a 1. Esta conclusión permite la demostración de la hipótesis 1, donde ELE-IA permite generar una personalización del aprendizaje en las IES. En complemento, en la Tabla 3, se muestra cómo la personalización del aprendizaje se hace evidente al requerirse variables como, el nivel de estudios, programa de pregrado, notas, certificaciones anteriores, evaluación de competencias previas, entre otras. Teniendo en cuenta estas variables, ELE-IA ajusta su oferta educativa, en función con el requerimiento, estructurando la competencia a desarrollar y en concordancia con lo que necesita el mercado, que, en este caso, el perfil del cargo fue el de director de Transformación Digital.

- En consecuencia, es imperativo mencionar que, los resultados obtenidos en las diferentes simulaciones son consistentes frente a los resultados del modelo utilizando los contenidos programáticos de la oferta educativa de una IES, como se presentó en el capítulo de las implicaciones.

Para revisar la coherencia del modelo, se seleccionó uno de los resultados de formación particular, Ciencia de Datos en Biología. Se procedió a segmentar su objetivo de formación y se identificó que las asignaturas recomendadas por ELE-IA están orientadas al desarrollo de la habilidad requerida. Por su parte, y como punto de referencia, se analizó la oferta de asignaturas de diferentes programas universitarios afines a la biología y la ciencia de datos, con el fin de verificar si las asignaturas recomendadas por ELE-IA están incorporadas en sus planes de estudio, asegurando así la correspondencia entre asignaturas y el desarrollo de la habilidad requerida.

Del mismo modo, y como se hace en el modelo de autoevaluación de programas académicos y en el modelo de registro calificado conforme con las directrices del acuerdo 02

del 2020 emitido por el MEN y el decreto 1330 del 2019, la segmentación del objetivo de formación y la coherencia con las asignaturas que se imparten, debe estar ajustada, situación que fue evidenciada en la simulación 4.

En este orden, al encontrar consistencia en los resultados, se hace viable la implementación del ecosistema educativo inteligente en una IES, y de esta manera ofrecer a sus estudiantes certificaciones, credenciales, entre otros programas de formación, como parte del componente de profundización de las carreras profesionales.

- Como se mencionó uno de los aportes más importantes del ELE-IA, a parte del cálculo de la formación óptima, tiene que ver con la posibilidad de medir la distancia y la similitud entre la formación óptima y la oferta educativa disponible de la IES. El avance en materia de la medición de la pertinencia de la educación con respecto a los perfiles laborales que requiere el mercado les permitirá a las universidades planear, reforzar o focalizar sus esfuerzos en lo que es realmente necesario para cumplir con su oferta de valor.

Del mismo modo, facilita la implementación de nueva oferta educativa o modificar la existente, de tal manera que se encuentre alineada a las necesidades del mercado. En este sentido, surge una necesidad, y es el uso de herramientas de inteligencia artificial para la construcción de los perfiles laborales, de ingreso, del estudiante y de egreso de los programas de diferentes niveles académicos, con el fin de que estos sean contruidos de manera consistente y que la descripción de los perfiles contenga los elementos (frases o palabras apropiadas) alineadas a lo que realmente necesita el mercado. Si los perfiles se construyen con información limitada que puedan generarse en los focus group u otro tipo de estudios de mercado, y no se aprovechan las tecnologías actuales como la IA, se generarán mayores distancias entre los planes de estudio y la formación óptima requerida, como se pudo evidenciar en la primera implicación de ELE-IA en el posgrado de la UMNG, con similitudes de coseno inferiores a 0,5.

- Desde las generalidades de ELE-IA, se identifica que la acción de cada uno de los elementos del sistema, construido a partir de unas dotaciones iniciales (programas y asignaturas, perfiles de mercado y requerimiento del estudiante), puede influir en los demás componentes. Esta acción está acorde con el principio de causalidad circular o codeterminación recíproca. Los agentes, (direcciones y/o facultades o, en su defecto universidades que participen en el ecosistema), mantienen su autonomía, no obstante, por ejemplo, la creación de una nueva facultad o la eliminación de un programa que estaba participando en el sistema genera un cambio en las alternativas de interacción.

- De igual manera, la congruencia de los perfiles y los requerimientos de formación hacia el centro de la red da muestra de una *limitación del sistema* en esta etapa, desde el punto de vista de la Teoría de Sistemas. Esto implica que el ecosistema aquí creado puede realizar determinadas interacciones, son muchas, pero limitadas, y, por tanto, las respuestas a los requerimientos serán repetitivas y estarán determinadas en el marco del sistema y de sus posibilidades. De esta manera, se infiere que estas respuestas repetitivas que en la medida que se mantenga la capacidad de los componentes, *la aleatoriedad* de la respuesta irá disminuyendo, puesto que los modelos de IA estarán capturando las mejores opciones que han sido seleccionadas por los usuarios y, por ende, el sistema de recomendación seleccionará las mismas combinaciones.

- Como se demostró en el juego de estrategias puras, los participantes en el ecosistema no pierden utilidad. Fillipas et al., (2020), demuestra cómo los agentes en un entorno colaborativo P2P, parten de un nivel de utilidad determinado por ser propietarios de un producto, bien o servicio, y esta característica les permite percibir utilidades positivas al momento de hacer uso de sus propiedades. En adición a este nivel de utilidad, la ventaja del ecosistema es que los propietarios de los programas académicos pueden o no participar, y si

participan, percibirán una utilidad adicional por las rentas generadas y los otros beneficios como la generación de una nueva oferta académica que beneficiará a las partes, por los nuevos ingresos que no estaban contemplados en la oferta tradicional, por las economías de escala generadas por el poder de la red, la captura de valor compartido que puede ser trasladado a su propia comunidad estudiantil, por la amplificación de la capacidad de respuesta de cada programa a las necesidades de la comunidad académica directa e indirecta como producto de la interdisciplinariedad y la flexibilidad curricular.

#### [Innovación del modelo ELE-IA.](#)

La creación de ELE-IA, se convierte en una herramienta altamente innovadora en donde se puede destacar lo siguiente:

Concebir a las universidades como ecosistemas, capaz de autoorganizarse, de cuantificar su relacionamiento interno y externo es, sin duda el más importante logro de la presente tesis, pues se propone un modelo que reconfigura la estructura universitaria tradicional abordando a las IES dentro de su complejidad convirtiéndose así en un modelo inédito en el contexto latinoamericano.

La generación de una función de optimización permite que las trayectorias de aprendizaje no dependan exclusivamente de estructuras curriculares fijas, sino que emerjan de la interacción entre oferta institucional, perfiles ocupacionales y necesidades del estudiante, siendo capaz de adaptarse rápidamente a las necesidades cambiantes por el desborde de valor generado.

La innovación en la simulación de decisiones académicas con IA a partir de los cinco escenarios integrados en las que se modelan decisiones académicas de distintos roles: estudiante, docente y jefe de recursos humanos. Este planteamiento supera el uso tradicional de la IA como herramienta predictiva, ya que opera como un instrumento de toma de decisiones

multicriterio, capaz de adaptarse dinámicamente a diferentes contextos formativos con datos reales.

El carácter adaptativo del modelo se fundamenta en la posibilidad de trabajar con datos sintéticos equivalentes a los reales, lo que asegura que los resultados de la simulación puedan transferirse a situaciones concretas en las IES.

La innovación también se centra en el aprovechamiento de capacidad instalada y de la identificación de capacidades no evidentes, al percibir a la organización como sistema complejo. Uno de los aspectos más ignorados en la literatura sobre educación superior es precisamente la subutilización de los recursos existentes en las IES, ya sea en infraestructura física, talento humano o asignaturas previamente diseñadas. Los resultados muestran que, a través del ecosistema ELE-IA, se pueden reorganizar trayectorias personalizadas utilizando elementos ya existentes, sin necesidad de crear nuevos programas ni aumentar la planta docente. Esta innovación permite optimizar recursos sin sacrificar calidad ni pertinencia.

La generación de software con aplicación real. A diferencia de investigaciones teóricas o especulativas, la tesis produjo artefactos funcionales como algoritmos de recomendación formativa, mapas semánticos de perfiles ocupacionales, así como simuladores de microcurrículos adaptativos. Estos resultados son escalables, replicables y mejorables, lo que refuerza su valor como innovación aplicada.

#### Limitaciones y próximos desarrollos del modelo ELEIA.

Las limitaciones y próximos desarrollos de la investigación están enfocadas a la implementación de prácticas que permitan generar impactos positivos a la sociedad. Esta herramienta brinda muchas posibilidades por su carácter mismo de ecosistema, cuya función es

ser proveedor de recursos requeridos para que los elementos subsistan, progresen y se renueven.

En este orden, a continuación, se presentan algunas preguntas para futuras investigaciones:

- ¿Cómo pueden cambiar los resultados del uso de ELEIA al trabajar en entornos o datos reales?

En las futuras investigaciones se deberá abordar un análisis detallado de eventuales heterogeneidades de los resultados del modelo con los datos no sintéticos.

- ¿Cómo se gestiona un ecosistema educativo inteligente?

Esta pregunta se enmarca en la gestión del ecosistema educativo, al menos desde las dimensiones administrativa, financiera, operativa y de gestión del talento humano. La investigación podrá orientarse a identificar las alternativas de gestión más adecuadas a las características propias del ecosistema, garantizando la flexibilidad, la interdisciplinariedad y la accesibilidad de los distintos agentes. A su vez, el ecosistema deberá proyectarse hacia una senda de expansión, lo que implica la implementación de sistemas de información, indicadores de gestión y procesos de autoevaluación que permitan identificar oportunidades de mejora y definir nuevas líneas estratégicas de crecimiento. N

Además, en esta parte de la tesis no se incluyó un análisis específico de los riesgos éticos asociados al uso de la inteligencia artificial, debido a que el foco central de la tesis es metodológico y orientado a la simulación de trayectorias educativas. Este aspecto se reconoce como un tema complementario de alta relevancia, por lo que se propone desarrollarlo como línea de investigación futura, en particular desde la perspectiva de los sesgos algorítmicos, la protección de datos y la transparencia en los modelos de decisión.

- ¿Cuáles son los factores que influyen en la participación y permanencia de los agentes dentro del ecosistema educativo inteligente?

Como en todo sistema en donde interactúan múltiples agentes, como ocurre en una economía o en un mercado, es necesario el diseño de incentivos adecuados que faciliten y regulen dichas interacciones. En este sentido, esta investigación podría contribuir a la identificación de estos incentivos, con el propósito de proponer mecanismos que dinamicen el sistema y promuevan conductas alineadas con el adecuado funcionamiento del ecosistema.

- ¿Qué implicaciones logísticas conlleva un ecosistema educativo inteligente?

Como se presentó a lo largo de la investigación, el Ecosistema Educativo Inteligente se sustenta en la oferta educativa de los programas de posgrado y pregrado. En este sentido, la programación de las asignaturas, el lugar de impartición, la asignación docente, la información disponibilidad de cupos, el número de créditos, el contenido de asignatura, entre otros aspectos, deberán ser accesibles para la comunidad académica y facilitados por cada institución participante. Por tanto, las unidades de apoyo logístico y la publicación oportuna de la programación horaria de las asignaturas y el calendario académico de las instituciones serán un recurso clave para garantizar que los estudiantes, al optar por cualquier tipo de formación, cuenten con información clara y actualizada sobre los horarios de clase y demás condiciones logísticas propias de una oferta académica regular. De esta manera, la investigación deberá proporcionar los lineamientos necesarios para optimizar los procesos logísticos del ecosistema, con el fin de garantizar una experiencia significativa para todos los agentes que participan.

- ¿Cómo se miden los resultados del aprendizaje obtenidos a través de las formaciones impartidas en un ecosistema educativo inteligente?

La respuesta a esta pregunta requiere del conocimiento especializado de expertos en educación, quienes deberán desarrollar e implementar metodologías de evaluación que permitan analizar de manera rigurosa la efectividad de las formaciones que provee el

ecosistema, considerando criterios como el logro de competencias, los impactos en la deserción estudiantil, el desempeño académico y profesional de los estudiantes.

## Referencias Bibliográficas

- Abadía García, C., Vela González, P. A., & Montero Vargas, R. (2016). Lineamientos generales del currículo en la UNAD. Serie lineamientos microcurriculares en la UNAD V2. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12591>
- Aloni, E. (2016). Pluralizing the 'Sharing' Economy. *Washington Law Review*, 91, 1397-1459.
- Altinyelken, H., & Verger, A., & Novelli, M. (2012). Global Education Policy and International Development: An Introductory Framework.
- Andrade-Lotero, L.A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5, 75-92.
- Assmann, H. (2002). Placer y ternura en la educación. Hacia una sociedad aprendiente. Madrid: Narcea.
- Atenea. (2025). *Segunda convocatoria Jóvenes a la E*. Agencia Distrital para la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología. Consultado el 14 de abril de 2025, de <https://www.agenciaatenea.gov.co/convocatorias/segunda-convocatoria-jovenes-a-la-e>
- Bao, T., Ren, N., Luo, R., Wang, B., Shen, G., & Guo, T. (2021). A BERT-based hybrid short text classification model incorporating CNN and attention-based BiGRU. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 33(6), 1–21.

- Başar, T., & Zaccour, G. (2018). *Handbook of dynamic game theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44374-4>
- Bernal-Guerrero, A., & Cárdenas, A., & Martín-Gutiérrez, Á. (2023). Systemic Approach to Entrepreneurial Identity and Its Educational Projection. *Philosophies*. 8. 66. 10.3390/philosophies8040066.
- Bertalanffy, L. V. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica. Pp. 1-9, 30-53, 54-56 y 204-207
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3(January), 993–1022.
- Boyanova, V., & Sapundzhiev, S. (2024). Value-Normative Grounds and Practical Dimensions of Social Paradigms towards Education as an Ecosystem Phenomenon. *Pedagogika-Pedagogy*.
- Bratić, B., & Triglianos, V., & Kurbalija, V., & Pautasso, C., & Ivanovic, M. (2020). Role of interactive presentation platform ASQ in delivering web design course. *Smart Learning Environments*. 7. 10.1186/s40561-020-00123-w.
- Briva-Iglesias, V. (2023). *Inteligencia artificial (IA)*. 10.13140/RG.2.2.25455.41127.
- Buslim, N., & Zulfiandri, & Oh, L. (2023). Ensemble learning techniques to improve the accuracy of predictive model performance in the scholarship selection process. *Journal of Applied Data Sciences*. 4. 264-275. 10.47738/jads.v4i3.112.
- Canchila, S., & Meneses-Eraso, C., & Casanoves-Boix, J., & Cortes-Pellicer, P., & Castello-Sirvent, F. (2024). Natural language processing: An overview of models, transformers and applied practices. *Computer Science and Information Systems*. 21. 31-31. 10.2298/CSIS230217031C.

- CARBONELL SEBARROJA, J. La aventura de innovar. El cambio en la escuela. Madrid: Morata, 2001, 127 p. Revista de Pedagogía. 24. 469-473.
- Casarosa, V., & Ruggieri, S., & Salvatori, E., & Simi, M., & Turbanti, S. (2020). Educational ecosystems for Information Science: The case of the University of Pisa. Education for Information. 36. 1-20. 10.3233/EFI-190330.
- Castello-Sirvent, F., & Meneses-Eraso, C. (2022). Research Agenda on Multiple-Criteria Decision-Making: New Academic Debates in Business and Management. Axioms. 11. 515. 10.3390/axioms11100515.
- Castello-Sirvent, F., & Meneses-Eraso, C., & Gómez, J., & Peris-Ortiz, M. (2022). Three Decades of Fuzzy AHP: A Bibliometric Analysis. Axioms. 11. 525. 10.3390/axioms11100525.
- Celi, R., & Varela Tapia, E., & Acosta, I., & Montaña-Pulzara, N. (2021). Técnicas de procesamiento de lenguaje natural en la inteligencia artificial conversacional textual. AlfaPublicaciones. 3. 40-52. 10.33262/ap.v3i4.1.123.
- Centro Europeo de Másteres y Posgrados. (2025). *Planes de estudios del Máster en Bioestadística y Bioinformática y del Máster en Biología Molecular*. Recuperado en marzo de 2025, de [https://masters.cemp.es/master-bioestadistica-bioinformatica-lat/?MLL=9287&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=cemp\\_category\\_latam\\_gsn\\_dsa&utm\\_content=cemp\\_product\\_latam\\_gsn\\_master-en-bioestadistica-y-bioinformatica&utm\\_term=estudiar%20bioinformatica&gad\\_source=1&gbraid=0AAABPI84iMVoeSQCgMhombKXXgpnVr&gclid=Cj0KCQiA8q--BhDiARIsAP9tKI0hT6nJyPDXLnNwQaJiFoOqlYN5-f93cbG5Oqrg0s0FC-RT7MMeN0aAndDEALw\\_wcB](https://masters.cemp.es/master-bioestadistica-bioinformatica-lat/?MLL=9287&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=cemp_category_latam_gsn_dsa&utm_content=cemp_product_latam_gsn_master-en-bioestadistica-y-bioinformatica&utm_term=estudiar%20bioinformatica&gad_source=1&gbraid=0AAABPI84iMVoeSQCgMhombKXXgpnVr&gclid=Cj0KCQiA8q--BhDiARIsAP9tKI0hT6nJyPDXLnNwQaJiFoOqlYN5-f93cbG5Oqrg0s0FC-RT7MMeN0aAndDEALw_wcB)

- Chen, S., Zhang, Y., & Yang, Q. (2021). Multi-task learning in natural language processing: An overview. arXiv preprint arXiv:2109.09138.
- Church, K. W. (2017). Word2vec. *Natural Language Engineering*, 23(1), 155–162.
- Civís Z., M., & Díaz-Gibson, J. (2024). Exploring educational ecosystems: insights from the implementation of SchoolWeavers tool in Catalonia. *International Journal of Leadership in Education*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/13603124.2024.2418605>
- Civís, M., & Díaz-Gibson, J. (2021). Validation of micro-strategies in the NetEdu Tool: a tool to connect educational ecosystems (Validación de microestrategias en la NetEdu Tool: una herramienta para conectar ecosistemas educativos). *Culture and Education*. 33. 1-31. [10.1080/11356405.2021.1951501](https://doi.org/10.1080/11356405.2021.1951501).
- Cockayne, D.G. (2016). Sharing and neoliberal discourse: The economic function of sharing in the digital on-demand economy. *Geoforum*, 77, 73-82.
- Collobert, R., & Weston, J. (2008). A unified architecture for natural language processing: Deep neural networks with multitask learning. In *Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning* (pp. 160–167). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/1390156.1390177>
- Conf Flyamer, I. (2016). adjustText. [10.13140/RG.2.2.31426.58566](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31426.58566). [10.25080/TCWV9851](https://doi.org/10.25080/TCWV9851).
- Davis, N., Eickelmann, B., & Zaka, P. (2013). Restructuring of educational systems in the digital age from a co-evolutionary perspective. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 29(5), 438–450. <https://doi.org/10.1111/jcal.12032>
- Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 391–407.

- Di Gennaro, G., Buonanno, A., & Palmieri, F. A. (2021). Considerations about learning word2vec. *The Journal of Supercomputing*, 77, 1–16.
- Dillenbourg, P. (2008). Integrating technologies into educational ecosystems.
- Chan, H & Sun, X., & Chung, S-Ho. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*. 125. 113114. 10.1016/j.dss.2019.113114.
- Earls, J. (2012). *Introducción a la teoría de sistemas complejos*. Lima: Fondo de Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Esteban-Guitart, M., Iglesias, E., Serra, JM y Subero, D. (2023), Fondos comunitarios de conocimiento e identidad: una aproximación mesogenética a la educación. *Anthropology & Education Quarterly*, 54: 307-317. <https://doi.org/10.1111/aeq.12451>
- Fedorova, E., Druchok, S., & Drogovoz, P. (2022). Impact of news sentiment and topics on IPO underpricing: US evidence. *International Journal of Accounting & Information Management*, 30(1), 73–94.
- Filippas, A., & Horton, J., & Zeckhauser, R. (2020). Owning, Using, and Renting: Some Simple Economics of the “Sharing Economy”. *Management Science*. 66. 10.1287/mnsc.2019.3396.
- Passas, Ioannis. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia*. 4. 1014-1025. 10.3390/encyclopedia4020065.
- Frenken, K., & Schor, J. (2017). Putting the sharing economy into perspective. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 23, 3-10.
- FuturICT. (2025, 27 de febrero). Global computing for our complex world [Captura de pantalla]. Disponible en [https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/10/FuturICT\\_5p\\_Project-Summary-WITH-LOGOS.pdf](https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/10/FuturICT_5p_Project-Summary-WITH-LOGOS.pdf)

- Gortaire, D., & Moreno, M., & Herrera, E., & Garzón, B., & Torres, M. (2023). Constructivismo y conectivismo como métodos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 6. 14046-14058. 10.37811/cl\_rcm.v7i1.4672.
- Grijalva-Verdugo, A., & Medel, M. (2022). Docencia universitaria y compromiso académico. Evaluación desde la percepción estudiantil en una IES mexicana. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*. 20. 51-67. 10.4995/redu.2022.18343.
- Habibi, M.R., Davidson, A., & Laroche, M. (2017). What managers should know about the sharing economy. *Business Horizons*, 60 (1), 113-121.
- Hagberg, A., & Swart, P., & Chult, D. (2008). Exploring Network Structure, Dynamics, and Function Using NetworkX. *Proceedings of the 7th Python in Science*
- Hamari, J., Sjöklint, M., & Ukkonen, A. (2016). The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. *Journal of the association for information science and technology*, 67 (9), 2047-2059.
- Hamidi, M., & Liao, H., & Szidarovszky, F. (2016). Non-cooperative and Cooperative Game-Theoretic Models for Usage-based Lease Contracts. *European Journal of Operational Research*. 255. 10.1016/j.ejor.2016.04.064.
- Harris, C., & Millman, K & Walt, S., & Gommers, R., & Virtanen, P., & Cournapeau, D., & Wieser, E., & Taylor, J., & Berg, S., & Smith, N., & Kern, R., & Picus, M., & Hoyer, S., & Kerkwijk, M., & Brett, M., & Haldane, A., & Río, J., & Wiebe, M., & Peterson, P., & Oliphant, T. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*. 585. 357-362. 10.1038/s41586-020-2649-2.
- Harris, Z. S. (1954). Distributional structure. *WORD*, 10(2-3), 146–162. <https://doi.org/10.1080/00437956.1954.11659520>

- Heinrichs, H. (2013). Sharing economy: a potential new pathway to sustainability. *GAIA- Ecological Perspectives for Science and Society*, 22 (4), 228-231
- Herr, D.J. (2016). The Need for Convergence and Emergence in Twenty-first Century Nano-STEAM+ Educational Ecosystems.
- Hunter, J. (2007). Matplotlib: A 2D Graphics Environment. *Computing in Science & Engineering*. 9. 90-95. 10.1109/MCSE.2007.55.
- Isaza, C., & Herrera-Kit, P., & Lozano Herrera, J. C., & Balanzó, A. (2015). Capacity: A Literature Review and a Research Agenda. *SSRN Electronic Journal*. 10.2139/ssrn.2824486.
- Johnson, J., & Buckingham Shum, S., & Willis., & Bishop, S., & Zamenopoulos, T., & Swithenby, S., & Mackay, R., & Merali, Y., & Lörincz, A., & Costea, C., & Bourgine, P., & Louçã, J., & Kapenieks, A., & Kelley, P., & Caird, S. & Bromley, J., & Crick, R., & Goldspink, C., & Collet, P., & Helbing, D. (2012). The FuturICT education accelerator. *The European Physical Journal Special Topics*. 214. 10.1140/epjst/e2012-01693-0.
- Jones, P. (2014). Systemic Design Principles for Complex Social Systems. 10.1007/978-4-431-54478-4\_4.
- Khurana, D., Koli, A., Khatter, K., & Singh, S. (2022). Natural language processing: State of the art, current trends and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 1–32.
- Khurana, D., Koli, A., Khatter, K., & Singh, S. (2022). Natural language processing: State of the art, current trends and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 81, 1–32.
- Lample, G., & Conneau, A. (2019). Cross-lingual language model pretraining. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1901.07291>

- Liddy, E. D. (2001). Natural language processing. In *Encyclopedia of Library and Information Science* (2nd ed.). Marcel Decker, Inc.
- LinkedIn. (2025, enero 6). *Consulta de empleos*.  
[https://www.linkedin.com/jobs/collections/recommended/?currentJobId=4096900136&discover=recommended&discoveryOrigin=JOBS\\_HOME\\_JYMBII](https://www.linkedin.com/jobs/collections/recommended/?currentJobId=4096900136&discover=recommended&discoveryOrigin=JOBS_HOME_JYMBII)
- Low, J. F., Fung, B. C., Iqbal, F., & Huang, S. C. (2022). Distinguishing between fake news and satire with transformers. *Expert Systems with Applications*, 187, 115824.
- Lu, X., & Wu, Y. (2024). Intelligent Evolution of Educational Information Ecosystems: A Systems-Theoretical and Evolutionary Perspective. *Scientific and Technical Information Processing*.
- Maghsudi, S., & Lan, A., & Xu, J., & Schaar, M. (2021). Personalized Education in the AI Era: What to Expect Next?. 10.48550/arXiv.2101.10074.
- Malia, A., & Pradhan, P., & Satpathy, I., & Das, B.. (2023). Application of virtual reality and augmented reality technologies to boost the technical capabilities for a constructive and effective learning in education for a performing virtual eco-system: a design thinking approach. Vol 2. 203-219. 10.1515/9783110790146-010.
- Manzoor, H., & Akhuseyinoglu, K., & Wonderly, J., & Brusilovsky, P., & Shaffer, C. (2019). Crossing the Borders: Re-Use of Smart Learning Objects in Advanced Content Access Systems. *Future Internet*. 11. 160. 10.3390/fi11070160.
- Márquez Beltrán, J. (2024). La Personalización del Aprendizaje: Un Enfoque para la Educación del Siglo XXI. 10.13140/RG.2.2.17921.06244.
- Maturana Romesín, H., & Varela García, F. (1973). De máquinas y seres vivos: Autopoiesis: La organización de lo vivo. Buenos Aires [ar]: Lumen.

- Mayayo, J., & González-Saavedra, C. (2022). Ecosistemas educativos y de aprendizaje: más allá del sistema educativo.
- Mckinney, W. (2011). pandas: a Foundational Python Library for Data Analysis and Statistics. Python High Performance Science Computer
- Meneses-Eraso, C. E. (2024). Tendencia de investigación del planeamiento urbano y su relación con la inteligencia artificial (Tesis de maestría). Universidad Sergio Arboleda.
- Meneses-Eraso, C. (2025). *Combinaciones entre asignaturas y formaciones óptimas*. Repositorio de más de 12 mil formaciones. Disponible en:  
[https://onedrive.live.com/edit?id=F520C1F3639D63A1!922&resid=F520C1F3639D63A1!922&authkey=!AE\\_E1Mmzxh6zOaw&ithint=file,xlsx&e=fuSzT8&wdLOR=cCF33B8C7-A18C-49C8-947D-E12C1CC7A37A&wdo=2&cid=f520c1f3639d63a1](https://onedrive.live.com/edit?id=F520C1F3639D63A1!922&resid=F520C1F3639D63A1!922&authkey=!AE_E1Mmzxh6zOaw&ithint=file,xlsx&e=fuSzT8&wdLOR=cCF33B8C7-A18C-49C8-947D-E12C1CC7A37A&wdo=2&cid=f520c1f3639d63a1)
- Merchán Sánchez-Jara, J. F., González Gutiérrez, S., Cruz Rodríguez, J., & Syroyid Syroyid, B. (2024). Artificial Intelligence-Assisted Music Education: A Critical Synthesis of Challenges and Opportunities. *Education Sciences*, 14(11), 1171.  
<https://doi.org/10.3390/educsci14111171>
- Miceli, S. (2018). El sistema de aseguramiento de la calidad. TeseoPress.  
<https://doi.org/10.55778/ts877231892>. ISBN 9789877231892
- Ministerio de Educación Nacional. (2019, 25 de julio). Decreto 1330 de 2019: Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 - Único Reglamentario del Sector Educación. [Actualizado el 15 de octubre de 2024]. <https://www.mineduacion.gov.co/porta1/ejes-tematicos/Normas-sobre-Educacion-Superior/387348:Decreto-1330-de-julio-25-de-2019>

- Morales Piñero, J. C., Cote Sánchez, M. C., Molina Bernal, I. A., & Rodríguez-Jerez, S. A. (2019). Importancia de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje: Estudios en la educación media y superior. Editorial UNIMINUTO.  
<https://doi.org/10.22518/book/9789585511743>
- Muñoz Guillena, R. (2024). Procesamiento del lenguaje natural como eje central de la inteligencia artificial generativa. Universidad de La Rioja.
- Murel, J., & Kavlakoglu, E. (2024, enero 5). ¿Qué es la reducción de la dimensionalidad? IBM. Consultado el 1 de marzo de 2025, de <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/dimensionality-reduction>
- Nakamoto, Satoshi. (2009). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Cryptography Mailing list at <https://metzdowd.com>.
- Nikolaeva, S. (2024). A Systematic Review of Paradigm Approaches to Research and Modelling of Educational Ecosystems. *Pedagogika-Pedagogy*.
- North, D. C. (1990). Frontmatter. In *Institutions, Institutional Change and Economic Performance* (pp. i–iv). frontmatter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ochoa Guevara, N. (2010). Guía de evaluación de la pertinencia de un programa académico en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia en el observatorio inteligente de egresados unadistas: Proyecto "sigue". *Revista de Investigaciones UNAD*. 9. 153. 10.22490/25391887.678.
- Odum, E. 1971. *Fundamentals of ecology*, (3rd ed.). W.B. Saunders. Philadelphia, Estados Unidos.
- OpenAI. (2024). Vector embeddings: Learn how to turn text into numbers, unlocking use cases like search. OpenAI. <https://platform.openai.com/docs/guides/embeddings/>.  
Fecha de consulta: 4 de febrero de 2024.

- OpenAI. (2025). Código para la simulación de requerimientos de formación y generación de contenidos programáticos utilizando IA [Código en Python]. Recuperado de <https://www.openai.com>.
- Otto, D., & Kerres, M. (2022). Increasing Sustainability in Open Learning: Prospects of a Distributed Learning Ecosystem for Open Educational Resources. *Frontiers in Education*. 7. 10.3389/feduc.2022.866917.
- Panke, S. (2019). Design Thinking in Education: Perspectives, Opportunities and Challenges. *Open Education Studies*. 1. 281-306. 10.1515/edu-2019-0022.
- Parejo, J., & Revuelta-Domínguez, F., & Guerra-Antequera, J., & Ocaña-Fernández, A. (2022). An analysis of educational innovation culture by a Delphi expert panel. *Frontiers in Education*. 7. 10.3389/feduc.2022.991263.
- Pedregosa, F., & Varoquaux, G., & Gramfort, A., & Michel, V., & Thirion, B., & Grisel, O., & Blondel, M., & Prettenhofer, P., & Weiss, R., & Dubourg, V., & Vanderplas, J., & Passos, A., & Cournapeau, D., & Brucher, M., & Perrot, M., & Duchesnay, E., & Louppe, G. (2012). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*. 12.
- Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. (2014). GloVe: Global vectors for word representation. In *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)* (pp. 1532–1543). Association for Computational Linguistics, Doha, Qatar. <https://aclanthology.org/D14-1162>
- Pineda, J.G., & Novoa, F.A. (2019). Caracterización de los estudiantes de una institución de educación superior mediante big data.

- Plaza-del Arco, F. M., Molina-González, M. D., Ureña-López, L. A., & Martín-Valdivia, M. T. (2021). Comparing pre-trained language models for Spanish hate speech detection. *Expert Systems with Applications*, 166, 114120.
- Quiñones, C., & Suárez, A. (2021). La educación superior de Colombia en riesgo: ¿dónde están los estudiantes? *Ecos de Economía*. 24. 4-28. 10.17230/ecos.2020.51.1.
- Raza, A., & Asif, D., & Ayyub, S. (2021). The era of sharing economy: Factors that influence the behavioral intentions of user and provider to participate in peer-to-peer sharing economy. *Serbian Journal of Management*. 16. 103-124. 10.5937/sjm16-24481.
- Redem (2024.). La personalización del aprendizaje: Adaptando la educación a las necesidades individuales. Redem. <https://www.redem.org/la-personalizacion-del-aprendizaje-adaptando-la-educacion-a-las-necesidades-individuales/>
- Ribas, P., & Vidal, E., & Covarrubias, A., & Esteban-Guitart, M. (2024). Building a socio-educational ecosystem from the community funds of knowledge and identity approach. An illustrative example in Catalonia, Spain. *Acta psychologica*. 249. 104449. 10.1016/j.actpsy.2024.104449.
- Robertson, S. (2004), "Understanding inverse document frequency: on theoretical arguments for IDF", *Journal of Documentation*, Vol. 60 No. 5, pp. 503-520. <https://doi.org/10.1108/00220410410560582>
- Robertson, S. (2004), "Understanding inverse document frequency: on theoretical arguments for IDF", *Journal of Documentation*, Vol. 60 No. 5, pp. 503-520. <https://doi.org/10.1108/00220410410560582>
- Rocha, A., & Casanova, M. (2023). DIGITAL APPROACH TO TEACH CREATIVE WRITING WITH SECONDARY STUDENT LEARNERS OF ENGLISH. LLT

- Journal: *A Journal on Language and Language Teaching*. 26. 605-619.  
10.24071/llt.v26i2.6569.
- Rodríguez, D. E. (2017). La estandarización en el currículo educativo: la punta del iceberg de la homogeneización. 1. *Alteridad*. 12. 248. 10.17163/alt.v12n2.2017.10.
- Sells, P., Shieber, S. M., & Wasow, T. (1991). *Foundational issues in natural language processing: Introduction*. MIT Press.
- Semenov, M., & Кичерова, М., & Trifonova, I. (2024). Adult education ecosystem: Terminological field and interdisciplinary thesaurus modelling. *The Education and science journal*. 26. 12-39. 10.17853/1994-5639-2024-3-12-39.
- Sethi, R., & Weibull, J. (2016). WHAT IS...Nash Equilibrium?. *Notices of the American Mathematical Society*. 63. 526-528. 10.1090/noti1375.
- Shahzad, M.F., Xu, S., Lim, W.M., Yang, X., & Khan, Q.R. (2024). Artificial intelligence and social media on academic performance and mental well-being: Student perceptions of positive impact in the age of smart learning. *Heliyon*, 10.
- Shannon, C. E. (2001). A mathematical theory of communication. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 5(1), 3–55.
- Stephany, A. (2015). *The business of sharing: Making it in the new sharing economy*, Palgrave Macmillan, London.
- Suárez, G., & Medina, M., & Fonceca, I., & Jara, J., & Soriano, P. (2023). La Educación Personalizada. Un Enfoque Efectivo Para el Aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 7. 4612-4525. 10.37811/cl\_rcm.v7i2.5675.
- Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014). Sequence to sequence learning with neural networks. In *Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 2* (pp. 3104–3112). MIT Press, Cambridge, MA, USA.

Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design.

Learning and Instruction, 4 (4), 295-312.

Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16 (3):

284-307.

Tarwani, K. M., & Edem, S. (2017). Survey on recurrent neural network in natural language

processing. International Journal of Engineering Trends and Technology, 48(6), 301–

304.

Torres A. (2017). La Teoría General de Sistemas, de Ludwig von Bertalanffy. Portal

Psicología y Mente. [https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-general-de-](https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-general-de-sistemas-ludwig-von-bertalanffy)

[sistemas-ludwig-von-bertalanffy](https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-general-de-sistemas-ludwig-von-bertalanffy)

Torres-Martín, C. (2019). El liderazgo virtual en los ecosistemas educativos. EDMETIC. 8. 1-

16. 10.21071/edmetic.v8i2.12004.

Uma, C. (2024, junio 28). ¿Qué es la incrustación de texto para la IA? Transformación del

procesamiento del lenguaje natural (PLN) con IA. DataCamp.

<https://www.datacamp.com/es/blog/what-is-text-embedding-ai>. Fecha de consulta: 4

de febrero de 2025.

UNESCO. (2017). Herramientas de formación para el desarrollo curricular: Aprendizaje

personalizado. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250057\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250057_spa)

Universidad de la Salle. (2025). *Perfil profesional del programa de Filosofía y Letras*.

Recuperado el 10 de marzo de 2025, de <https://lasalle.edu.co/es/pregrado/filosofia-y-letras>

Universidad de Granada. (2025). *Grado de Medicina*. Recuperado en marzo de 2025, de

[https://www.ugr.es/estudiantes/grados/grado-medicina/biologia-molecular/guia-](https://www.ugr.es/estudiantes/grados/grado-medicina/biologia-molecular/guia-docente)

[docente](https://www.ugr.es/estudiantes/grados/grado-medicina/biologia-molecular/guia-docente)

Universidad Complutense de Madrid. (2025). *Plan de estudios del curso de Big-Data en diferentes escenarios: desde Bioinformática a Ciencias Sociales*. Recuperado en marzo de 2025, de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/377-2017-01-24-b06.pdf>

Universidad Militar Nueva Granada. (2025). Plan de estudios del pregrado en Biología Aplicada. Recuperado en marzo de 2025, de <https://www.umng.edu.co/documents/20127/7518560/CP+Genetica+2021-1.pdf/c65c02b2-36af-1519-92e7-9c4978a3cb23?t=1612557300701>

Universidad Militar Nueva Granada. (2025). *Plan de estudios del posgrado en Relaciones y Negocios Internacionales*. Recuperado en marzo de 2025, de <https://www.umng.edu.co/programas/posgrados/maestria-en-relaciones-y-negocios-internacionales>

Universidad Militar Nueva Granada. (2025). *Plan de estudios del posgrado en Seguridad y Gestión del Riesgo*. Recuperado en marzo de 2025, de <https://www.umng.edu.co/programas/posgrados/maestria-en-seguridad-y-gestion-del-riesgo>

Universidad de Zaragoza. (2025). Plan de estudios del Máster Universitario en Biofísica y Biotecnología Cuantitativa/*Biophysics and Quantitative Biotechnology*. Recuperado en marzo de 2025, de [https://sia.unizar.es/documentos/doa/guiadocente/2022/68461\\_es.pdf](https://sia.unizar.es/documentos/doa/guiadocente/2022/68461_es.pdf)

Uribe, Á. (2021). *Formulación del proyecto de diseño en sistemas sociales complejos* (1.<sup>a</sup> ed.). Programa Editorial Universidad del Valle. <https://programaeditorial.univalle.edu.co/gpd-formulacion-del-proyecto-de-diseno-en-sistemas-sociales-complejos-9789585168794-6394bc3a96019.html>

- Van Eck, N. & Waltman, L. (2010), “Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping”, *Scientometrics*, Akadémiai Kiadó, co-published with Springer Science+ Business Media BV~..., Vol. 84 No. 2, pp. 523–538.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. arXiv.  
<https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- Velasco Toro, J., & Carmona, P., & Cajica, M & Callejas, M., & Navarro, F. (2016). *Horizonte Educativo. Hacia una pedagogía de la autoorganización.*
- Vilar, M., & Civís, M., & Díaz-Gibson, J. (2023). Validación del modelo secuencial de la herramienta Schoolweavers para transformar ecosistemas educativos. *Revista de Educación a Distancia (RED)*. 23. 10.6018/red.545191.
- Villamil Lozano, A., & Garavito, M. (2017). Vida, cognición y sociedad: La Teoría de la Autopoiesis de Maturana y Varela. *Revista Iberoamericana de Psicología*. 10. 43-53. 10.33881/2027-1786.rip.10205.
- Villegas-Ch, W., García-Ortiz, J., & Sánchez-Viteri, S. (2024). Personalization of learning: Machine learning models for adapting educational content to individual learning styles. *IEEE Access*, 12, 121114-121130. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3452592>
- Waskom, M. (2021). seaborn: statistical data visualization. *Journal of Open Source Software*. 6. 3021. 10.21105/joss.03021.
- Whittaker, J., & Montgomery, B. (2022). Advancing a cultural change agenda in higher education: issues and values related to reimagining academic leadership. *Discover Sustainability*. 3. 10.1007/s43621-022-00079-6.

- World Economic Forum. (2023). The future of jobs report 2023: Insight report. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023>
- Zaragoza, M. C., Esteban-Guitart, M., & Sabé, J. C. (2023). Presentación del número especial de RED: “Nuevos retos, nuevas alianzas: universidades y ecosistemas educativos presenciales y virtuales”. *Revista de Educación a Distancia*, 23(74), Article 1. <https://doi.org/10.6018/red.557741>
- Zhang, Y., & Yang, Q. (2018). An overview of multi-task learning. *National Science Review*, 5(1), 30–43.
- Zupic, I. & Čater, T. (2015), “Bibliometric methods in management and organization”, *Organizational Research Methods*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, Vol. 18 No. 3, pp. 429–472.

## Apéndices

### Apéndice 1. Contenidos programáticos optimizados para cada estudiante:

#### **ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA** **Personalized Education**

Contenido Programático para Estudiante 1:

Título del programa: Análisis de Datos y Minería en Salud y Biología

Objetivos del programa:

1. Familiarizar a los estudiantes con terminología, técnicas y conceptos relacionados con el análisis de datos en salud y biología.
2. Capacitar a los estudiantes en análisis predictivo y big data en contextos de salud y biológicos.
3. Desarrollar habilidades de minería de datos específicas para el manejo de grandes volúmenes de información en salud y biología.
4. Fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas en entornos de salud y biología altamente informatizados.

Módulos principales:

1. Introducción al Análisis de Datos en Salud
2. Análisis Predictivo y Construcción de Modelos
3. Dominando Big Data en Biología
4. Minería de Datos en Salud y Biología

Competencias adquiridas:

1. Competencia en la aplicación de conceptos y técnicas de procesamiento y análisis de datos en salud.
2. Competencia en el uso de técnicas de análisis predictivo para modelar escenarios e informar la toma de decisiones en entornos de salud y biología.
3. Competencia en el manejo de grandes volúmenes de datos (Big Data) y en la aplicación de habilidades de minería de datos para obtener información útil en entornos relacionados con la salud y biología.
4. Competencia en el uso responsable y ético de los datos, reconociendo y protegiendo la privacidad y seguridad del paciente.

Aplicaciones prácticas:

Los estudiantes tendrán la oportunidad de trabajar con datos reales en el sector de la salud y la biología, aplicando las técnicas de análisis de datos, análisis predictivo y minería de datos aprendidas durante el programa. Además, se realizarán prácticas que permitirán a los estudiantes colaborar en la resolución de problemas reales utilizando el análisis de datos.

Evaluación del aprendizaje:

1. Exámenes escritos y orales para evaluar la comprensión de los conceptos teóricos.
2. Proyectos de análisis de datos y de minería de datos que implicarán la resolución de problemas reales y la presentación de hallazgos y recomendaciones.
3. Evaluación continua de la participación en clase y del desarrollo de habilidades de trabajo en equipo.
4. Finalmente, un proyecto de investigación individual que permitirá al estudiante demostrar su competencia en el análisis y la minería de datos. Este proyecto será evaluado por un comité de profesores y expertos del sector.

Contenido Programático para Estudiante 2:

Programa de Estudios: Informática Aplicada a los Negocios

**\*\*Objetivos del Programa:\*\*** Este programa de estudios busca formar profesionales competentes en aplicar técnicas avanzadas de programación, optimización de negocios, modelado computacional y algoritmos para resolver problemas complejos y mejorar la eficiencia en las organizaciones.

**\*\*Módulos Principales:\*\***

1. Módulo de Programación Avanzada: En este módulo, los estudiantes aprenderán sobre estructuras de datos avanzadas, programación orientada a objetos, lenguajes de programación avanzada, análisis y diseño de sistemas, entre otros.
2. Módulo de Optimización de Negocios: Este módulo se centra en estrategias para optimizar operaciones empresariales, con una introducción a la gestión de operaciones, análisis de costo-beneficio, análisis de rendimiento, modelado de decisiones y cadena de suministro.
3. Módulo de Modelado Computacional: Aquí, los alumnos aprenderán a diseñar, construir y utilizar modelos por computadora en diversas disciplinas científicas. Se aprenderán técnicas de simulación, análisis numérico y visualización de datos.
4. Módulo de Algoritmos: En este módulo, se enseñan los principios subyacentes en el diseño y análisis de los algoritmos, enfocándose en los algoritmos más relevantes y su implementación.

**\*\*Competencias Adquiridas:\*\*** Los alumnos que finalicen este programa tendrán la capacidad de comprender y aplicar técnicas avanzadas de programación; de utilizar estrategias y algoritmos para solucionar problemas empresariales complejos; de desarrollar, evaluar y optimizar modelos computacionales, y de aplicar técnicas de análisis para mejorar la eficiencia de los negocios.

**\*\*Aplicaciones Prácticas:\*\***

Los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar lo que aprenden en una serie de proyectos prácticos y realización de pasantías en empresas. Estas experiencias prácticas les permitirán aplicar su conocimiento y habilidades en situaciones del mundo real.

**\*\*Evaluación del Aprendizaje:\*\***

La evaluación del aprendizaje se llevará a cabo mediante una combinación de pruebas escritas, proyectos prácticos, presentaciones orales y evaluaciones en línea. Este enfoque mixto permitirá evaluar tanto el contenido teórico como las habilidades prácticas de los estudiantes, permitiendo a los instructores adaptar el programa a las necesidades individuales de aprendizaje.

### Contenido Programático para Estudiante 3:

Programa de Estudios: Ciencias Agrícolas con Enfoque en Genética y Biotecnología

#### Objetivos del Programa:

1. Proporcionar a los estudiantes una comprensión sólida e integrada de los principios fundamentales y avanzados de la genética, la biología molecular, la producción agrícola y el fitomejoramiento.
2. Capacitar a los estudiantes para aplicar sus conocimientos teóricos en escenarios prácticos y situaciones de la vida real en el sector agrícola.
3. Promover el desarrollo y la implantación de estrategias de innovación agrícola basadas en las últimas investigaciones científicas y tecnológicas.

#### Módulos Principales:

1. Fitomejoramiento: Principios y técnicas de mejoramiento genético en plantas, programas de mejoramiento, creación de variedades híbridas, selección asistida por marcadores.
2. Producción Agrícola II: Manejo integrado de cultivos, prácticas de producción, manejo de plagas y enfermedades, agricultura sostenible y producción de alimentos seguros.
3. Biología Molecular: Estructura y función del ADN, técnicas de clonación molecular, expresión génica y regulación, tecnologías del ADN recombinante.
4. Genética: Leyes de Mendel, herencia genética, genética de poblaciones, evolución y especiación.

#### Competencias Adquiridas:

1. Aplicar técnicas y estrategias de fitomejoramiento para mejorar la producción agrícola sostenible y la resistencia de las plantas a diversas condiciones ambientales.
2. Comprender y aplicar los principios y prácticas de producción agrícola, incluido el manejo de plagas y enfermedades.
3. Dominar las técnicas modernas de biología molecular para el análisis y mejora de los cultivos.
4. Comprender y trabajar con los principios y aplicaciones de la genética en la agricultura.

#### Aplicaciones Prácticas:

Los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar sus conocimientos en el laboratorio, así como en explotaciones agrícolas reales a través de pasantías y proyectos. Esto incluirá la planificación de programas de fitomejoramiento, el uso de técnicas de biología molecular para la mejora de cultivos, y la implementación y evaluación de estrategias de manejo de plagas y enfermedades.

#### Evaluación del Aprendizaje:

La evaluación del aprendizaje se realizará a través de varios métodos, incluyendo exámenes escritos para evaluar la comprensión teórica, prácticas de laboratorio y proyectos para evaluar la aplicación práctica de los conceptos, y presentaciones orales y escritas para evaluar la capacidad de los estudiantes para comunicar efectivamente sus conocimientos e ideas. También se utilizarán evaluaciones entre pares y autoevaluaciones para fomentar la retroalimentación y el desarrollo personal constante.

#### Contenido Programático para Estudiante 4:

**\*\*Programa de Estudios: Diplomado en Análisis Estadístico y Optimización de Negocios\*\***

##### **\*\*Objetivos del Programa:\*\***

El programa se enfoca en proporcionar a los estudiantes las habilidades y conocimientos críticos necesarios para recolectar, analizar y contar historias a través de datos para impulsar la toma de decisiones empresariales. Al final de este curso, los estudiantes deberían ser capaces de modelar problemas complejos de negocio, realizar análisis predictivo avanzado, entender y aplicar modelos estadísticos y optimizar las decisiones de negocio basados en datos.

##### **\*\*Módulos Principales:\*\***

1. **\*\*Introducción a Análisis de Datos y Estadísticos\*\***
2. **\*\*Análisis Predictivo\*\***
3. **\*\*Modelos Estadísticos Avanzados\*\***
4. **\*\*Optimización de Negocios a través de Datos\*\***
5. **\*\*Proyecto Final\*\***

##### **\*\*Competencias Adquiridas:\*\***

Al finalizar el curso, los estudiantes deberían ser capaces de:

1. Entender e interpretar datos en múltiples formatos.
2. Utilizar modelos estadísticos para analizar patrones de datos.
3. Predecir tendencias y realizar análisis predictivo.
4. Aplicar técnicas de optimización para mejorar la eficiencia de los negocios.
5. Traducir datos en decisiones de negocios estratégicas.

##### **\*\*Aplicaciones Prácticas:\*\***

Las habilidades y competencias adquiridas en este programa son aplicables en una amplia gama de contextos de negocio, incluyendo, pero no limitado a:

1. Toma de decisiones basada en datos.
2. Pronóstico de ventas y análisis de tendencias.
3. Optimización de decisiones de inversiones.
4. Mejorar la eficiencia operativa.
5. Gestión estratégica basada en análisis de datos.

##### **\*\*Evaluación del Aprendizaje:\*\***

Los estudiantes serán evaluados basándose en:

1. **\*\*Tareas y Casos de Estudio:\*\*** Los alumnos deben demostrar su conocimiento y comprensión de los conceptos aprendidos a través de trabajos prácticos y análisis de casos de la vida real.
2. **\*\*Exámenes:\*\*** Habrá exámenes escritos en los cuales los estudiantes necesitan demostrar su entender de la teoría detrás de cada módulo.
3. **\*\*Proyecto Final:\*\*** Los estudiantes tendrán que aplicar todos los conocimientos adquiridos para resolver un problema complejo de negocio utilizando análisis de datos y optimización.

#### Contenido Programático para Estudiante 5:

Programa de Estudios: Postgrado en Inteligencia Artificial y Ciencias de la Computación

##### Objetivos del Programa:

Este programa busca dotar a los estudiantes de una sólida formación en tecnologías y técnicas avanzadas en Inteligencia Artificial (IA) y ciencias de la computación. Al finalizar el programa, los estudiantes serán capaces de desarrollar, integrar y aplicar efectivamente tecnologías de IA en varios campos.

#### Módulos Principales:

1. Fundamentos de la Inteligencia Artificial: Historia, evolución y aplicaciones principales de la IA. Métodos y técnicas básicos en IA.
2. Programación Avanzada: Programando en Python y R, utilizados para el desarrollo de IA. Introducción a la programación orientada a objetos y programación funcional.
3. Redes Neuronales: Fundamentos de las redes neuronales, perceptrones simples y multicapa. Redes neuronales convolucionales y recurrentes.
4. Aprendizaje Profundo: Técnicas de aprendizaje profundo, aprendizaje supervisado y no supervisado. Algoritmos de aprendizaje, optimización y entrenamiento de redes neuronales profundas.
5. Proyecto de Fin de Programa: Aplicación práctica de los conocimientos adquiridos a través de un proyecto de desarrollo de IA.

#### Competencias Adquiridas:

Al finalizar el programa, los estudiantes serán capaces de:

- Comprender y aplicar principios y técnicas de la inteligencia artificial y la programación avanzada.
- Desarrollar y ajustar modelos de redes neuronales y algoritmos de aprendizaje profundo.
- Integrar técnicas de IA en soluciones de software en una variedad de campos.
- Manejo de Python y R para desarrollo de IA.
- Pensamiento crítico y habilidades de resolución de problemas en torno a la aplicación de IA.

#### Aplicaciones Prácticas:

Los estudiantes tendrán la oportunidad de trabajar en proyectos reales como:

- Diseño y programación de algoritmos de IA para solucionar problemas de negocio.
- Optimización de redes neuronales para aplicaciones de procesamiento de imágenes.
- Desarrollo de sistemas de recomendación utilizando técnicas de aprendizaje profundo.

#### Evaluación del Aprendizaje:

- Exámenes escritos para evaluar la comprensión de teorías y principios.
- Pruebas de programación práctica para evaluar las habilidades técnicas.
- Proyectos individuales y grupales para evaluar la aplicación de conocimientos y habilidades.
- Presentación final del proyecto de fin de programa para evaluar la integración y aplicación de conocimientos adquiridos en todo el programa.
- Retroalimentación continua de los instructores para mejorar y ayudar a los estudiantes en su aprendizaje.

Este plan de estudios proporcionará a los estudiantes la experiencia práctica y el marco teórico necesarios para desarrollar soluciones innovadoras en la creciente y dinámica industria de la inteligencia artificial.

#### Contenido Programático para Estudiante 6:

\*\*Programa de Estudios: Salud y Ciencias de la Vida - Enfoque en Epidemiología y Análisis de Datos de Salud\*

\*

#### \*\*Objetivos del Programa\*\*

1. Proveer a los estudiantes una amplia comprensión de las cuestiones clave y desafíos en el ámbito de la salud, a fin de enfocarse en Epidemiología, Análisis de Datos de Salud, Políticas de Salud y Sanidad Animal.

2. Desarrollar habilidades prácticas y analíticas para abordar estos desafíos y aplicar soluciones efectivas y basadas en evidencia científica.
3. Preparar a los estudiantes para carreras en investigación, política de salud y administración sanitaria, tanto en la salud humana como en la animal.

#### **\*\*Módulos Principales\*\***

1. **\*\*Módulo I: Fundamentos de Epidemiología\*\***
  - Principios de Epidemiología
  - Medición de Salud y Enfermedad
  - Investigación de Brotes Epidemiológicos
2. **\*\*Módulo II: Análisis de Datos de Salud\*\***
  - Estadísticas para la Salud
  - Análisis de Datos en Epidemiología
  - Uso de Software Estadístico para la Salud
3. **\*\*Módulo III: Políticas de Salud\*\***
  - Políticas de Salud Pública
  - Políticas y Legislación en Sanidad Animal
  - Innovación y Reforma en Política Sanitaria
4. **\*\*Módulo IV: Sanidad Animal\*\***
  - Epidemiología en Sanidad Animal
  - Prevención y Control de Enfermedades en Animales
  - Salud Animal y Salud Pública: Una Perspectiva de Una Salud (One Health)

#### **\*\*Competencias Adquiridas\*\***

1. Comprender los principios y aplicaciones de la epidemiología en la salud humana y animal.
2. Analizar y interpretar datos de salud complejos utilizando software estadístico relevante.
3. Comprender y aplicar principios de políticas de salud en contextos reales.
4. Prevenir, controlar y manejar enfermedades en animales, y entender las implicancias en la salud humana.
5. Aplicar habilidades de investigación y solución de problemas a preguntas clínicas y de política.

#### **\*\*Aplicaciones Prácticas\*\***

Las habilidades y conocimientos adquiridos en este programa serán aplicables en varios campos, entre los que se incluyen la salud humana y animal, política de salud, investigación y administración sanitaria. Los estudiantes tendrán la oportunidad de trabajar en escenarios de la vida real a través de prácticas y proyectos.

#### **\*\*Evaluación del Aprendizaje\*\***

El aprendizaje de los estudiantes será evaluado por medio de exámenes, tareas, proyecto de investigación y presentaciones. Se enfatizará el pensamiento crítico y la aplicación de conocimientos a situaciones de salud reales. Se requiere un proyecto de investigación en un área de interés para el estudiante, que aplique todas las competencias adquiridas.

Contenido Programático para Estudiante 7:

Objetivos del Programa:

El objetivo principal del programa es dotar a los estudiantes con el conocimiento, las herramientas, y las habilidades necesarias para comprender, analizar, e interpretar datos en la biología.

Módulos Principales:

1. Introducción a la Biología Molecular y Genética: Este módulo proporcionará una comprensión básica de la biología molecular y genética, proporcionando las bases para módulos más avanzados.
2. Fundamentos de Big Data en Biología: Este módulo abordará los conceptos principales de big data, centrados en su aplicación en el campo de la biología.
3. Análisis de Secuencias Genómicas y Bioinformática: Este módulo enseñará a los estudiantes cómo trabajar con datos de secuencia genómica e introducirá conceptos de bioinformática.
4. Aplicaciones prácticas de Big Data en Biología: Este módulo proporcionará casos prácticos de cómo el big data se está utilizando en la biología hoy en día.

#### Competencias Adquiridas:

Los estudiantes que completen este programa deberían ser capaces de:

1. Entender los fundamentos de la biología molecular y genética.
2. Comprender los principios básicos y avanzados de big data, y cómo se aplican en biología.
3. Realizar análisis de secuencias genómicas y utilizar herramientas bioinformáticas.
4. Comprender las aplicaciones prácticas de big data en la biología y ser capaz de aplicar este conocimiento de manera crítica.
5. Realizar investigaciones independientes en el campo, y ser capaces de presentar y defender sus hallazgos de manera efectiva.

#### Aplicaciones Prácticas:

Estos conocimientos se pueden aplicar en una amplia gama de campos, incluyendo investigación biológica, farmacología, genómica, desarrollo de medicamentos, y biotecnología. Los estudiantes podrían trabajar en laboratorios académicos, industriales, o gubernamentales, empresas de biotecnología, empresas farmacéuticas, o en entornos clínicos.

#### Evaluación del Aprendizaje:

La evaluación del aprendizaje se llevará a cabo durante todo el programa a través de diversos métodos. Estos podrían incluir exámenes, presentaciones de proyectos, ensayos, e incluso la realización de trozos de investigación independiente. En cada módulo, los estudiantes recibirán retroalimentación sobre su progreso, ayudándoles a identificar áreas de mejora y fortalezas.

#### Contenido Programático para Estudiante 8: PLAN DE ESTUDIOS CONSOLIDADO

##### Programa: Análisis y Optimización de Negocios con enfoque en Salud

#### Objetivos del Programa:

1. Proporcionar a los alumnos la formación especializada necesaria para hacer frente a los desafíos presentes y futuros en el análisis y optimización de los negocios, con especial atención en el análisis de datos de salud.
2. Promover el pensamiento crítico en el análisis, toma de decisiones y optimización de los procesos de negocios.
3. Formar profesionales capaces de aplicar técnicas de análisis predictivo para la toma de decisiones empresariales estratégicas.

#### Módulos Principales:

1. Fundamentos de Análisis de Datos: Este módulo ofrece una introducción exhaustiva a las técnicas básicas y avanzadas de análisis de datos, sus aplicaciones y su uso en la toma de decisiones.
2. Optimización de Negocios: Este módulo se centrará en las técnicas y estrategias utilizadas en la optimización de negocios, incluyendo las cuestiones de productividad, eficiencia y rendimiento.
3. Inteligencia Artificial y Análisis Predictivo: Este módulo se centrará en las técnicas de análisis predictivo, con la ayuda de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.
4. Especialización en Análisis de Datos de Salud: Este módulo se centrará en la aplicación de los conocimientos y competencias adquiridas a casos concretos en el sector de la salud.

#### Competencias adquiridas:

1. Habilidad para recoger, analizar e interpretar datos en un contexto de negocios.
2. Uso de técnicas de optimización para mejorar la eficiencia y productividad de los negocios.
3. Habilidad para utilizar técnicas de análisis predictivo en un contexto empresarial.
4. Habilidad para aplicar técnicas de análisis de datos al sector de la salud.

#### Aplicaciones prácticas:

1. Los estudiantes serán capaces de desarrollar proyectos que impliquen la recolección y análisis de datos para optimizar procesos de negocios.
2. Los estudiantes aplicarán técnicas de análisis predictivo en casos de estudio concretos del sector de la salud.

#### Evaluación del aprendizaje:

1. Evaluaciones periódicas: Se realizarán exámenes escritos y prácticos al final de cada módulo para evaluar la comprensión y capacidad de aplicar los conceptos aprendidos.
2. Proyecto Final: Los estudiantes deberán desarrollar un proyecto de análisis y optimización de un caso real de negocio relacionado con la salud. Esta evaluación permitirá valorar la integración y aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas.
3. Participación en clase: La participación activa en discusiones y actividades en clase será tenida en cuenta para la evaluación final. La intención es fomentar un entorno de aprendizaje interactivo y colaborativo.

#### Contenido Programático para Estudiante 9:

Programa de Estudio: Administración con Enfoque en Política, Agricultura y Salud

#### Objetivos del Programa:

1. Dotar a los estudiantes de un marco conceptual y práctico sobre política, optimización de negocios, políticas de salud y producción agrícola.
2. Proporcionar a los estudiantes habilidades y conocimientos integrales que les permitan responder adecuadamente a los problemas y desafíos en estos ámbitos.
3. Fomentar el análisis crítico y la toma de decisiones sobre la base de la interpretación de los datos.

#### Módulos Principales:

1. Módulo 1: Concepto y Aplicación de la Política y Sociedad
2. Módulo 2: Optimización de Negocios
3. Módulo 3: Políticas de Salud y Sociedad
4. Módulo 4: Producción Agrícola II y Sostenibilidad

#### Competencias Adquiridas:

1. Capacidad de analizar y comprender el contexto social y político, y su impacto en los negocios y la salud.
2. Habilidades para implementar técnicas de optimización en los negocios para aumentar la eficiencia y la productividad.
3. Entendimiento de las políticas de salud a nivel nacional e internacional y cómo se aplican en la práctica.
4. Conocimientos avanzados en producción agrícola, con un enfoque en tecnologías sostenibles y eficientes.

#### Aplicaciones Prácticas:

1. Implementar análisis de políticos y sociales para formular estrategias de negocio efectivas y/o propuestas de políticas saludables.
2. Usar técnicas de optimización para mejorar operaciones en empresas, incidir en políticas públicas o mejorar estructuras en la cadena de suministro agrícola.
3. Aplicar conocimientos de políticas de salud en la construcción de iniciativas enmarcadas en la salud pública y privada.
4. Aplicar técnicas aprendidas en Producción Agrícola II a la práctica en fincas, cooperativas agrícolas, consultorías, y más.

#### Evaluación del Aprendizaje:

1. Evaluación continua a través de tareas, pruebas cortas y participación en clase.
2. Examen intermedio y final para cada módulo para evaluar la comprensión y la aplicación de los conceptos.
3. Proyecto final que relaciona todos los módulos y permite a los estudiantes demostrar la aplicación de lo aprendido a un caso real o simulado.

#### Contenido Programático para Estudiante 10:

**\*\*Programa de Estudios: Tecnología y Política en la Sociedad Contemporánea\*\***

#### **\*\*Objetivos del programa\*\***

El programa está diseñado para proporcionar a los estudiantes un conocimiento profundo y habilidades prácticas en política, inteligencia artificial, aprendizaje profundo, y programación avanzada. Los estudiantes serán capaces de comprender y criticar aspectos políticos y sociales desde una perspectiva informada sobre la tecnología. Además, se capacitarán para aplicar y diseñar soluciones tecnológicas avanzadas para problemas en contextos políticos y sociales.

#### **\*\*Módulos principales\*\***

1. Módulo de Política y Sociedad: Explora la teoría política, análisis de políticas y gestión, y la interacción entre tecnología y sociedad.
2. Módulo de Aprendizaje Profundo: Ofrece una introducción a los conceptos y técnicas de aprendizaje profundo y su aplicación en el análisis de big data y machine learning.
3. Módulo de Programación Avanzada: Proporciona habilidades avanzadas en programación utilizando diferentes lenguajes y enfoques. Se centrará en la programación para procesamiento de grandes volúmenes de datos, algoritmos y estructuras de datos.
4. Módulo de Inteligencia Artificial: Centrado en el diseño y aplicación de sistemas de inteligencia artificial, con énfasis en la ética de la IA y su impacto en la sociedad.

#### **\*\*Competencias adquiridas\*\***

1. Los estudiantes podrán analizar y discutir la política y la sociedad desde la perspectiva de la tecnología.
2. Los estudiantes adquirirán habilidades prácticas en el diseño y aplicación de sistemas de aprendizaje profundo y programación avanzada.
3. Los estudiantes serán capaces de diseñar y desarrollar sistemas de inteligencia artificial y entender sus implicaciones éticas y sociales.
4. Los estudiantes serán capaces de integrar su comprensión de la política, la sociedad y la tecnología para plantear y resolver problemas.

#### **\*\*Aplicaciones prácticas\*\***


Los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar sus conocimientos y habilidades a través de proyectos interdisciplinarios que requieren la integración de la política, la sociedad y la tecnología. Por ejemplo, pueden ser llamados a desarrollar un sistema de IA para analizar políticas públicas o diseñar una aplicación que utiliza aprendizaje profundo para analizar patrones en datos sociales.

**\*\*Evaluación del aprendizaje\*\***

La evaluación se basará en una combinación de tareas de curso (como proyectos, presentaciones y ensayos), exámenes y la participación en clase. La evaluación de los módulos prácticos también considerará las soluciones técnicas desarrolladas por los estudiantes. Items adicionales de evaluación podrían ser la implementación de un proyecto final integrador y la presentación de una tesina o artículo de investigación.

## Apéndice 2. Registro de pagos a licencias de Open AI

# Invoice



**Invoice number** 86F3BB5F-0001  
**Date of issue** February 4, 2025  
**Date due** February 4, 2025

**OpenAI, LLC**  
548 Market Street  
PMB 97273  
San Francisco, California 94104-5401  
United States  
ar@openai.com

**Bill to**  
Carlos Meneses  
diagonal 167 12 69  
Bogotá, Bogotá, 111411  
Colombia  
caredu58@gmail.com

**\$5.00 USD due February 4, 2025**

[Pay online](#)

Description	Qty	Unit price	Amount
OpenAI API usage credit	1	\$5.00	\$5.00
			Subtotal \$5.00
			Total \$5.00
			<b>Amount due \$5.00 USD</b>



4. Métodos de evaluación:
- Participación en clase y debates (20%)
  - Presentaciones individuales o en grupo sobre temas específicos (30%)
  - Examen intermedio (25%)
  - Proyecto de investigación final o análisis de casos (25%). Este proyecto podría requerir que los estudiantes analicen una política o situación de negocios internacionales reciente, o propongan una estrategia para un negocio en un contexto internacional.

## **ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA**

### **Personalized Education**

#### **Asignatura: Seguridad Internacional**

##### 1. Objetivos de la asignatura:

- Proporcionar un entendimiento teórico y práctico de las cuestiones clave que definen el campo de la seguridad internacional.
- Permitir a los estudiantes tomar decisiones informadas sobre los riesgos y las oportunidades asociados con los negocios y las interacciones internacionales.
- Familiarizar a los estudiantes con las principales estructuras, actores y procesos en el ámbito de la seguridad internacional.
- Desarrollar habilidades para analizar y evaluar políticas de seguridad y estrategias de negociación internacionales.
- Fomentar habilidades de investigación y análisis crítico en la temática de seguridad internacional.

##### 2. Temario o Módulos principales:

- Módulo 1: Introducción a la Seguridad Internacional: Conceptos, actores y temas.
- Módulo 2: Teorías de la seguridad internacional y evolución histórica.
- Módulo 3: Seguridad Internacional y Economía Global: Comercio Internacional, Inversiones Extranjeras y Alianzas Globales.
- Módulo 4: Conflictos, amenazas y desafíos en la seguridad internacional.
- Módulo 5: Estrategias de negociación y políticas de seguridad en un contexto internacional.
- Módulo 6: Estudios de caso: Análisis y evaluación de situaciones de seguridad internacional.

##### 3. Bibliografía recomendada:

- Buzan, B., & Hansen, L. (2009). "La evolución de los estudios de seguridad internacional". Oxford University Press.
- Hough, P. (2017). "Comprendiendo la seguridad global". Routledge.
- Jackson, R. (2010). "Introducción a la seguridad internacional: Teorías, métodos y enfoques". Routledge.
- Nye, J.S. (2017). "Comprender las relaciones internacionales". Palgrave.
- Waltz, K. (1979). "Teoría de la política internacional". Addison-Wesley.

##### 4. Métodos de evaluación:

- Exámenes parciales y final: Evaluarán la comprensión y el análisis crítico de los estudiantes sobre los temas del curso.
- Trabajo final de investigación: Los estudiantes seleccionarán un tema relacionado con la seguridad internacional para realizar un análisis en profundidad, demostrando su habilidad para aplicar los conceptos aprendidos en el curso.
- Participación en clase: Se valorará la participación activa en las discusiones en clase, lo que demostrará el nivel de compromiso del estudiante con el material del curso y su habilidad para aplicar y desafiar conceptos.
- Estudios de caso: Los estudiantes tendrán que elaborar análisis escritos de casos reales, demostrando su comprensión de los desafíos y consideraciones en la práctica de la seguridad internacional.

## **ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA**

### **Personalized Education**

#### **Asignatura: Negociación Internacional**

##### 1. Objetivos de la Asignatura

- Comprender las particularidades de la negociación a nivel internacional y su implicación en las relaciones entre países y empresas.
- Desarrollar habilidades y estrategias para la negociación en un entorno internacional.
- Analizar la evolución y tendencias de los negocios internacionales, así como el papel de las organizaciones a nivel global.

##### 2. Temario o módulos principales

###### Módulo 1: Introducción a la Negociación Internacional

- El comercio internacional y su evolución
- Principios de la negociación internacional
- Diferencias culturales y su impacto en la negociación

###### Módulo 2: Estrategias de Negociación Internacional

- Técnicas de negociación: integrativa y distributiva
- Negociación bajo incertidumbre y ambigüedad
- Manejo de conflictos en las negociaciones internacionales

###### Módulo 3: Legislación y Regulación de Negocios Internacionales

- Reglas de comercio internacional - GATT y OMC
- Derechos y deberes en transacciones internacionales
- Conformidades legales y regulaciones de los negocios internacionales

#### Módulo 4: Casos Prácticos de Negociación Internacional

- Estudio de casos prácticos y actuales
- Simulaciones de situaciones de negociación
- Coloquio sobre desafíos y resolución de problemas

#### 3. Bibliografía recomendada

- "Negociación internacional" por Michael R. Czinkota, Masaaki Kotabe.
- "Culturas y organizaciones: software para la mente" por Geert Hofstede.
- "The Global Business Environment: an Introduction" por Janet Morrison.
- "International Business: Environments and Operations" por John D. Daniels, Lee H. Radebaugh, Daniel P. Sullivan.

#### 4. Métodos de Evaluación

- Participación activa en clase y en los debates: 20%
- Trabajos prácticos y estudios de casos: 40%
- Presentaciones de trabajos en equipo: 20%
- Evaluación final (examen o ensayo): 20%

Este programa permitirá a los estudiantes obtener una perspectiva sólida y crítica de las negociaciones internacionales, proporcionándoles las herramientas necesarias para entender y adaptarse a un entorno empresarial en constante cambio y cada vez más globalizado.

#### ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

##### Personalized Education

##### **Asignatura:** Marketing Digital y Análisis de Datos

##### 1. Objetivos de la asignatura

- Comprender la importancia y el papel del marketing digital y el análisis de datos en el contexto de las relaciones internacionales y los negocios internacionales.
- Conocer y dominar las herramientas y técnicas más relevantes para la realización de análisis y elaboración de estrategias de marketing digital a nivel internacional.
- Aplicar estrategias de marketing digital y análisis de datos para optimizar la eficiencia y efectividad en las relaciones y transacciones internacionales.
- Relacionar estas estrategias con una comprensión profunda de la economía global, las políticas internacionales, y el mercado correspondiente.

##### 2. Temario o módulos principales

- Módulo 1: Introducción al Marketing Digital y Análisis de Datos en la escena internacional
- Módulo 2: Herramientas y técnicas de marketing digital
- Módulo 3: Herramientas y técnicas de análisis de datos
- Módulo 4: Aplicación de marketing digital y análisis de datos a las relaciones y negocios internacionales
- Módulo 5: Estudio de caso: análisis de estrategias y resultados de marketing digital y análisis de datos en empresas y organizaciones internacionales

##### 3. Bibliografía recomendada

- Chaffey, D. & Ellis-Chadwick, F. (2020). "Digital marketing". Pearson.
- Schwab, K. (2019). "The Fourth Industrial Revolution". Crown Business.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). "Data Science for Business". O'Reilly Media.
- Stokes, R. (2019). "E-Marketing". Quirk.
- West, D. M. (2019). "The future of work: Robots, AI, and Automation". Brookings Institution Press.

##### 4. Métodos de evaluación

- Participación en clase y discusión de lecturas recomendadas - 30%
- Presentaciones grupales de estudios de caso - 30%
- Proyecto final de Marketing digital aplicado a un caso de negocio o relación internacional - 40%

#### ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

##### Personalized Education

##### **Asignatura:** Legislación y Contratación Internacional

##### 1. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

- Dotar a los estudiantes de una comprensión profunda y práctica de la legislación y la contratación internacional, y su relación con el entorno empresarial internacional.
- Proporcionar conocimientos teóricos y prácticos sobre normativas y acuerdos internacionales que rigen las transacciones comerciales, las inversiones extranjeras directas y las alianzas estratégicas internacionales.
- Desarrollar habilidades para analizar, interpretar y aplicar las leyes y reglamentos internacionales en un contexto de negocios.

##### 2. TEMARIO O MÓDULOS PRINCIPALES:

- Módulo 1: Introducción al Derecho Internacional.
- Módulo 2: Gobierno y Organización Internacional de Comercio
- Módulo 3: Contratos Internacionales y su Régimen Legal
- Módulo 4: Regímenes Aduaneros y Normativas de Importación y Exportación
- Módulo 5: Inversiones Extranjeras Directas y Leyes de Inversión

- Módulo 6: Acuerdos de Licencias y Franquicias.
- Módulo 7: Negociaciones y Alianzas Estratégicas Internacionales
- Módulo 8: Resolución de Disputas Comerciales Internacionales y Mecanismos de Arbitraje

### 3. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

- "International Business Law and Its Environment" por Richard Schaffer, Filiberto Agusti y Lucien J. Dhooge.
- "Law and Practice of International Commercial Arbitration" por Alan Redfern y Martin Hunter.
- "International Trade Law" por Indira Carr y Miriam Goldby.
- "Private International Law and Global Governance" por Horatia Muir Watt y Lucia Biziková.

### 4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN:

- Evaluaciones Parciales: Supondrán un 40% de la calificación y evaluarán la comprensión y aplicación de conocimientos teóricos y prácticos.
- Proyecto Final: Supondrá un 60% de la calificación y consistirá en un informe que analice una situación o caso práctico de negocios internacionales, con énfasis en la legislación y la contratación internacional.
- Participación en Clase: La participación activa en discusiones y actividades en clase será incentivada y evaluada.
- Evaluaciones de Lectura: Los estudiantes serán evaluados en su comprensión y análisis crítico de las lecturas asignadas.

## ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

### Personalized Education

**Asignatura:** Gerencia Estratégica

#### 1. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

- Proporcionar a los estudiantes una comprensión clara y profunda de la gerencia estratégica en un contexto internacional, con especial énfasis en los negocios globales.
- Desarrollar la capacidad de analizar, diseñar e implementar estrategias que puedan permitir a las organizaciones alcanzar y mantener una ventaja competitiva en el mercado mundial.
- Enseñar a los estudiantes cómo enfrentar y superar los problemas y desafíos empresariales en diversos contextos internacionales.
- Fomentar la reflexión crítica sobre la interacción de la cultura, las costumbres, la geopolítica y la economía global en la toma de decisiones estratégicas.

#### 2. Temario o Módulos Principales:

- Módulo 1: Conceptos Básicos de Gerencia Estratégica Internacional.
- Módulo 2: Diseño y Formulación de Estrategias Internacionales.
- Módulo 3: Implementación de Estrategias Internacionales y Cambio Organizacional.
- Módulo 4: Dirección y Evaluación Estratégica en Contexto Internacional.
- Módulo 5: Estudios de Caso de Gerencia y Estrategias Internacionales.

#### 3. Bibliografía Recomendada:

- Hitt, M. A., Ireland, R. D., & Hoskisson, R. E. (2017). Strategic Management: Concepts and Cases: Competitiveness and Globalization.
- Drucker, P. (2017). The essential Drucker: The best sixty years of Peter Drucker's essential writings on management.
- Kim, W. Chan, & Mauborgne, Renee. (2015). Blue Ocean Strategy. Harvard Business Press.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (1998). Strategy Safari: A Guided Tour Through The Wilds of Strategic Management.

#### 4. Métodos de Evaluación:

- Exámenes escritos: Evaluación objetiva del conocimiento teórico y práctico adquirido durante los módulos.
- Proyectos de equipo: Se pondrá en práctica lo aprendido durante la asignatura para resolver un problema de estrategia internacional.
- Presentaciones orales: Cada estudiante presentará estrategias de casos de estudio propuestos durante el curso.
- Participación activa en clases y seminarios: El rendimiento del estudiante se evaluará considerando su compromiso e interacción activa en el aula.

## ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

### Personalized Education

**Asignatura:** Geopolítica y Geoeconomía

**\*\*1. Objetivos de la asignatura\*\***

- Proporcionar una comprensión sólida de las teorías y prácticas de la Geopolítica y Geoeconomía a nivel mundial.
- Capacitar a los estudiantes para analizar y comprender el impacto de la política en los negocios y economía internacionales.
- Fortalecer las habilidades críticas y analíticas para evaluar las tendencias geopolíticas y geoeconómicas actuales.
- Proporcionar el conocimiento y las competencias necesarias para desarrollar carreras en el comercio internacional, consultoría internacional, organismos internacionales y más.

**\*\*2. Temario o Módulos Principales\*\***

- Módulo 1: Introducción a la Geopolítica y Geoeconomía
  - Conceptos y principios fundamentales de la Geopolítica y Geoeconomía.
  - Historia de la Geopolítica y Geoeconomía.
- Módulo 2: Teorías y Modelos en Geopolítica y Geoeconomía
  - Principales teorías y modelos geopolíticos y geoeconómicos.
  - Aspectos políticos, socioeconómicos y culturales en la geopolítica y la geoeconomía.
- Módulo 3: Geopolítica y Geoeconomía en el contexto actual.

- Estudios de caso y actualidad en Geopolítica y Geoeconomía.
- Impacto en las relaciones y negocios internacionales.
- Rol de Colombia en la Geopolítica y Geoeconomía.
- Módulo 4: Enfoques futuros y Desafíos.
- Predicción y análisis de las tendencias geopolíticas y geoeconómicas.
- Los desafíos actuales y futuros de la geopolítica y geoeconomía en las relaciones internacionales y negocios.

#### \*\*3. Bibliografía Recomendada\*\*

- "The Revenge of Geography" por Robert D. Kaplan.
- "El shock del futuro" por Alvin Toffler.
- "La Geopolítica" por Yves Lacoste.
- "Geopolítica y Geoestrategia" por Luis Dallanegra Pedraza.
- "Principles of Geopolitics" por Tuathail Gearoid.

#### \*\*4. Métodos de Evaluación\*\*

- Evaluaciones escritas: Los exámenes periódicos permiten evaluar el conocimiento teórico de los estudiantes.
- Análisis de casos: Proporciona una comprensión práctica de cómo se aplican los principios de la Geopolítica y Geoeconomía.
- Investigaciones individuales y presentaciones: Los estudiantes investigarán y presentarán varios temas de Geopolítica y Geoeconomía, lo que les permitirá profundizar en áreas de interés y mejorar sus habilidades de presentación.
- Participación en clase: Se incentiva a los estudiantes a participar en las discusiones de clase para mejorar su comprensión y estimular el pensamiento crítico.

### ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

#### Personalized Education

#### **Asignatura:** Finanzas Internacionales

##### 1. Objetivos de la asignatura:

- Proporcionar a los estudiantes una comprensión sólida de las principales teorías y conceptos de las finanzas internacionales y su aplicación en la toma de decisiones estratégicas.
- Desarrollar habilidades analíticas sólidas que permitan a los estudiantes evaluar el impacto de las fluctuaciones monetarias y las decisiones políticas en las transacciones financieras internacionales.
- Fomentar la capacidad de los estudiantes para diseñar y aplicar estrategias financieras efectivas para gestionar riesgos y optimizar los recursos de las empresas en un entorno de negocios internacionales.

##### 2. Temario o módulos principales:

- Módulo 1: Introducción a las Finanzas Internacionales: Historia, evolución y principales teorías.
- Módulo 2: Mercados de Divisas y Monetarios: Operación, tipos de cambio y sistemas cambiarios.
- Módulo 3: Derivados Financieros: Opciones, futuros y swaps.
- Módulo 4: Finanzas Corporativas Internacionales: Decisiones de inversión y financiamiento en el contexto internacional.
- Módulo 5: Gestión del Riesgo Financiero Internacional: Operación y Estrategias.

##### 3. Bibliografía recomendada:

- "International Financial Management" - Jeff Madura (2014)
- "Global Financial Markets: Institutions and Infrastructure" - David Shellenberger (2007)
- "International Finance: Theory into Practice" - Piet Sercu (2009)
- "International Finance and Open Economy Macroeconomics" – Francisco L. Rivera-Batiz, Luis Rivera-Batiz (2001)

##### 4. Métodos de evaluación:

- Parciales: 2 exámenes que evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en las primeras partes del curso.
- Trabajos Grupales: Evaluación de las habilidades de trabajo en equipo, investigación y de la capacidad para aplicar los conceptos teóricos en situaciones prácticas.
- Exposiciones: Evaluación de las habilidades de expresión oral y de la capacidad para sintetizar y transmitir información de manera eficaz.
- Examen Final: Evaluación integral de todos los conceptos y técnicas aprendidas durante el curso.
- Participación: Valoración del interés, la participación activa en clases y contribución al aprendizaje grupal.

### ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

#### Personalized Education

#### **Asignatura:** Estudios Regionales

##### 1. Objetivos de la Asignatura:

- Brindar al estudiante una visión en profundidad de las regiones del mundo, su historia, sus dinámicas socio-políticas, y económicas para entender mejor el escenario global de las relaciones y los negocios internacionales.
- Fomentar el análisis crítico de los dilemas y oportunidades que las regiones presentan en el entorno global de los negocios.
- Desarrollar habilidades para aplicar este conocimiento en la toma de decisiones en el ámbito de las relaciones internacionales y los

negocios globales.

## 2. Temario o Módulos Principales:

- Módulo 1: Panorama global y regional: dramas y oportunidades: Abarca el análisis de las distintas regiones del mundo desde las perspectivas históricas, políticas y económicas.
- Módulo 2: Teorías y Modelos de Integración Regional.
- Módulo 3: Regiones Emergentes: Asia, África, América Latina y zonas de oportunidad.
- Módulo 4: Regiones desarrolladas: Europa, América del Norte y las dinámicas globales de poder.
- Módulo 5: Análisis de Caso: Transacciones específicas en los negocios internacionales.

## 3. Bibliografía Recomendada:

- Burchill, S., & Linklater, A. (2009). "Theories of International Relations". Palgrave Macmillan.
- Cohen, B. J. (2007). "International Political Economy: An Intellectual History". Princeton University Press.
- Haas, Ernst B. (2004). "The Uniting of Europe: Political, Social, and Economic Forces 1950-1957". University of Notre Dame Press.
- Stiglitz, J. E. (2003). "Globalization and Its Discontents". W. W. Norton & Company.

## 4. Métodos de Evaluación:

- Exámenes parciales: Evaluaciones escritas con preguntas teóricas y casos prácticos que se realizarán a lo largo del curso para evaluar la comprensión conceptual y la aplicación práctica de los estudiantes.
- Trabajo de campo/investigación: Los estudiantes realizarán una investigación temática sobre algún aspecto de las regiones y su influencia en el comercio y las relaciones globales.
- Participación en Clase: Se realizarán discusiones en clase y en foros virtuales, los cuales formarán parte de la evaluación y sumarán a la nota final.
- Proyecto Final: Se pedirá a los estudiantes que elaboren un análisis o un estudio de caso aplicado de cómo las dinámicas regionales pueden afectar las relaciones internacionales y los negocios.

## ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

### Personalized Education

#### **Asignatura:** Economía Internacional

##### 1. Objetivos de la asignatura:

- Proporcionar una comprensión firme de la teoría y la práctica de la economía internacional.
- Asegurar que los estudiantes comprendan cómo las políticas económicas internacionales afectan el comercio y los negocios.
- Desarrollar habilidades analíticas y críticas aplicadas al contexto de las relaciones y negocios internacionales.
- Fomentar una visión estratégica para comprender y resolver problemas de negocio y política internacional.

##### 2. Temario o módulos principales:

- Módulo 1: Introducción a la economía internacional
- Módulo 2: Teorías del comercio internacional
- Módulo 3: Políticas de comercio internacional
- Módulo 4: Regímenes monetarios y cambios internacionales
- Módulo 5: Economía de la inversión extranjera
- Módulo 6: Instituciones internacionales y gobernanza económica
- Módulo 7: Economía de los bloques económicos y de la integración
- Módulo 8: Economía internacional y el desarrollo sostenible
- Módulo 9: Economía y política en los negocios internacionales
- Módulo 10: Casos prácticos: Análisis de crisis económicas y sus efectos sobre los negocios internacionales

##### 3. Bibliografía recomendada:

- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M.J. (2018). Economía internacional: Teoría y política. Pearson.
- Caves, R.E., Frankel, J.A., & Jones, R.W. (2007). Comercio mundial: teoría y práctica. Antoni Bosch editor.
- Salvatore, D. (2018). Economía internacional. LIMUSA.
- Schoenbaum, T.J. (2018). Negocios internacionales: Ley y su entorno. Wolters Kluwer.

##### 4. Métodos de evaluación:

- Exámenes periódicos: Los estudiantes serán examinados sobre el material del curso para evaluar su conocimiento de los conceptos fundamentales de la economía internacional (ponderación: 40%).
- Ensayos y Análisis de casos de estudio: Los estudiantes deberán presentar informes escritos críticos y reflexivos sobre los temas abordados en clase y sobre los casos de estudio (ponderación 30%).
- Participación en clase: Se incentiva a los estudiantes a participar activamente en las discusiones de clase, demostrando su comprensión de los temas abordados y su capacidad para aplicar teorías y conceptos (ponderación:10%).
- Proyecto final: Los estudiantes tendrán que presentar un proyecto de análisis económico de un problema real en el ámbito de los negocios internacionales. Cada estudiante presentará su informe y defenderá su análisis y conclusiones ante la clase (ponderación: 20%).

## ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA

### Personalized Education

#### **Asignatura:** Cooperación Internacional

##### 1. Objetivos de la Asignatura:

- Conocer y comprender los principales elementos, conceptos y teorías que influyen en la cooperación internacional.
- Identificar y analizar las estrategias y políticas de cooperación internacional en el contexto de los negocios y las relaciones internacionales.
- Desarrollar la capacidad de aplicar los conceptos y teorías estudiadas en la toma de decisiones en el ámbito internacional.
- Fomentar el análisis crítico y la reflexión sobre los desafíos éticos y de gobernanza en la cooperación internacional.

## 2. Temario o Módulos Principales:

- Módulo 1: Introducción a la Cooperación Internacional
- Módulo 2: Actores y Roles en la Cooperación Internacional
- Módulo 3: Estrategias y herramientas de Cooperación Internacional
- Módulo 4: Cooperación internacional y desarrollo económico
- Módulo 5: Cooperación Internacional en el contexto de los negocios internacionales
- Módulo 6: Retos contemporáneos en la Cooperación Internacional

## 3. Bibliografía Recomendada:

- "Cooperación Internacional: Conceptos, estrategias y casos", de Jorge Balbis y Marcelo Cavarozzi.
- "Cooperación Internacional al Desarrollo: Historia, actores y propuestas" de Juan Carlos Novoa.
- "Cooperación Internacional: Nuevas miradas y aprendizajes para la solidaridad y la transformación social" de A. Tarragona.
- "La Internacionalización de los Negocios en el Siglo XXI" de Daniel J. McDonald.

## 4. Métodos de Evaluación:

- Participación en clase (30%): Participaciones activas y constructivas en las discusiones de clase.
- Trabajo en equipo (30%): Desarrollo de un proyecto de cooperación internacional durante el semestre.
- Examen parcial (20%): Evaluación del aprendizaje a mitad del semestre.
- Examen final (20%): Evaluación de los conocimientos adquiridos a lo largo del curso.

## **ECOSISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE ELE-IA**

### **Personalized Education**

**Asignatura:** Cadenas Globales de Valor

#### 1. Objetivos de la Asignatura:

El objetivo principal de la asignatura 'Cadenas Globales de Valor' es proporcionar a los estudiantes un entendimiento comprensivo de los principios, conceptos y herramientas esenciales para analizar las cadenas de valor mundiales y cómo estas afectan a las relaciones y negocios internacionales.

#### Objetivos específicos:

- Desarrollar una comprensión teórica y práctica de las cadenas globales de valor y su importancia en las economías modernas.
- Analizar las estructuras y características de las cadenas de valor globales.
- Comprender el impacto de las cadenas de valor globales en la toma de decisiones corporativas y políticas.

## 2. Temario o Módulos Principales:

- Módulo 1: Introducción a las Cadenas Globales de Valor
  - Concepto y evolución de las CGV
  - CGV en el comercio internacional y los negocios
- Módulo 2: Estructuras y Actores en las Cadenas Globales de Valor
- Módulo 3: Análisis de las Cadenas Globales de Valor
- Módulo 4: Impacto de las Cadenas Globales de Valor en el comercio mundial y en los negocios internacionales
- Módulo 5: Casos de estudio en Cadenas Globales de Valor.

## 3. Bibliografía Recomendada:

- Coyle, J.J., Langley, C.J., & Gibson, B.J. (2016). Supply Chain Management: A Logistics Perspective.
- Gereffi, G., & Korzeniewicz, M. (1994). Commodity Chains and Global Capitalism.
- Humphrey, J. and Schmitz, H., (2002). How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?
- Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.

## 4. Métodos de Evaluación:

- Prueba escrita: Recapitulación y evaluación del entendimiento teórico de las CGV y su impacto en los negocios internacionales.

#### Apéndice 4. Articulación con el medio:

Cada entidad en el ecosistema tiene un rol y diferentes accesos:

Estudiante: puede cargar su hoja de vida o currículum vitae, historial académico, certificaciones, logros, otros documentos que validen sus habilidades. Puede realizar consultas de formación óptima, identificar la oferta de asignaturas, la programación, las universidades que participan en la formación y el contenido programático particular de su formación. Los estudiantes pueden ingresar a un universo de formación continua, en el que sea viable la implementación de sistemas de inscripción o membresías que les otorguen acceso a cursos, certificaciones y otro tipo de formación de distintos niveles y modalidades. Estas oportunidades estarán disponibles en la medida en que los recursos del ecosistema interactúen entre sí, facilitando un aprendizaje permanente y personalizado. A través del Ecosistema Educativo Inteligente, los estudiantes universitarios podrán elegir libremente el componente de profundización de los planes de estudios.

Egresados: el ecosistema brinda la posibilidad de implementar afiliaciones o membresías que permitan el acceso continuo a procesos de formación y actualización profesional. De este modo, los egresados, independientemente de su programa académico de origen o cargo en el que se desempeñen, podrán acceder a programas de formación personalizada alineados con sus intereses y necesidades laborales. Este aspecto es fundamental y se convierte en un valor agregado que las universidades pueden ofrecer a su comunidad.

Docente: el ecosistema se estructura bajo la microfundamentación de la economía colaborativa, donde la instrumentalización de los agentes que participan en este tipo de mercados peer to peer (p2p) se constituye en una estrategia para dinamizar y generar crecimientos exponenciales, de acuerdo con lo planteado por Creus (2015). En este contexto,

el rol del profesor seguirá siendo la docencia, pero se amplía su para convertirse en un asesor académico de alto impacto. En el ecosistema, los docentes asumen el papel de creadores de programas de formación personalizada. En este sentido, la universidad puede conectar con redes de docentes a nivel nacional e internacional para capacitar y generar el acceso de los profesores al ecosistema. Esto implica que el docente podrá acceder a la plataforma y proveer de soluciones de formación a todos los estudiantes de su círculo académico.

Asesor académico profesionalizado: los asesores académicos de los equipos de admisiones o de bienestar universitario acceden al ecosistema donde pueden diseñar experiencias académicas individualizadas para el desarrollo de habilidades que los estudiantes requieran. Los asesores, así como los docentes y orientadores vocacionales, tiene acceso al sistema de recomendación de asignaturas una vez carguen la información del estudiante a la plataforma y los requerimientos del estudiante.

Psicólogo(a), orientador vocacional: los orientadores de los colegios pueden diseñar cursos de inmersión académica individualizada o preuniversitarios personalizados, permitiendo que cada estudiante, de acuerdo con sus capacidades, intereses y habilidades previas, siga una ruta de formación que le posibilite explorar su vocación, para tomar decisiones informadas sobre su futuro académico y profesional.

Alta dirección (vicerrector): accede a un cuadro de control para identificar la evolución del ecosistema a partir de unos indicadores que pueden ser establecidos de manera estándar para identificar la evolución del ecosistema en cada IES. El cuadro de control presenta: tendencias de formación, crecimiento del ecosistema, ingresos generados y la cantidad de asignaturas y programas que participan en el ecosistema, así como indicadores de calidad y satisfacción.

Directores de programa académico: pueden registrar las asignaturas que van a ser incorporadas en el ecosistema en donde se incluye: la programación de clases, el salón donde

se impartirá la clase, el nombre y perfil del docente, el contenido de la asignatura, el número de créditos de la asignatura y puede visualizar por intermedio de un tablero de control: los ingresos generados, la oferta académica, las conexiones generadas con sus asignaturas, revisar tendencias de formación e indicadores de calidad.

Jefe de Recursos humanos: puede registrar los perfiles de los cargos requeridos en la empresa. De igual manera, puede acceder bajo el rol de capacitación donde puede subir las hojas de vida de sus trabajadores y organizar la formación personalizada de acuerdo con sus necesidades.