**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN, CONTROL YE VALUACIÓN DE RECURSOS INFORMÁTICOS**

**EMPAREJAMIENTO APROXIMADO DE ESTUDIANTES CON TUTORES ACADÉMICOS EN INTERVENCIONES EDUCATIVAS DE FUNDACIÓN AYUDINGA**

**MODALIDAD DEL TRABAJO (TEÓRICO – PRÁCTICO)**

**INTEGRANTE**

**JOHEL HERACLIO BATISTA CÁRDENAS**

**ASESOR**

**VÍCTOR LÓPEZ CABRERA**

**2023**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**EMPAREJAMIENTO APROXIMADO DE ESTUDIANTES CON TUTORES ACADÉMICOS EN INTERVENCIONES EDUCATIVAS DE FUNDACIÓN AYUDINGA**

**ASESOR**

**VÍCTOR LÓPEZ CABRERA**

**INTEGRANTE**

**JOHEL HERACLIO BATISTA CÁRDENAS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**2023**

**Resumen**

Este trabajo de investigación ofrece un enfoque innovador para el emparejamiento de estudiantes y tutores basándose en la congruencia de los estilos de aprendizaje y enseñanza, respectivamente.

El objetivo es optimizar la eficacia del proceso educativo a través de un emparejamiento más informado y estratégico. Esta propuesta se sustenta en la teoría de "Clusters de Aprendizaje" de Anthony Grasha, que sugiere una relación proporcional entre los estilos de aprendizaje del estudiante y los estilos de enseñanza del tutor.

La metodología incluye la recolección de datos a través de una encuesta de autodiagnóstico diseñada para identificar los estilos de aprendizaje y enseñanza. Los datos recopilados son almacenados, procesados y organizados a través de técnicas avanzadas de gestión de datos, estableciendo así un repositorio de información interactivo.

Posteriormente, estos datos se extraen y se procesan a través de un algoritmo programado, que permite identificar los atributos específicos de estudiantes y tutores. Este procedimiento automatizado asegura una gestión eficiente y precisa de los datos, preparándolos para el análisis y la visualización.

La investigación continúa con el desarrollo de una aplicación que implementa el concepto matemático de Grafos Bipartitos para emparejar de manera óptima a estudiantes y tutores.

Este procedimiento permite crear subconjuntos de datos que son analizados utilizando herramientas avanzadas de cálculo matemático. Este enfoque también tiene en cuenta que múltiples estudiantes pueden ser asignados a un solo tutor para maximizar el aprendizaje colectivo.

Los resultados de este emparejamiento se almacenan para su análisis posterior y se visualizan a través de una plataforma de visualización de datos, proporcionando un cuadro de mando que presenta el "Emparejamiento Perfecto" de estudiantes y tutores.

Es importante resaltar que el estudio también considera las limitaciones y restricciones de la cantidad de estudiantes que un tutor puede manejar eficazmente.

Este aspecto asegura que el proceso de asignación no solo sea basado en datos, sino que también sea viable y beneficioso para todas las partes involucradas.

Los hallazgos de esta investigación proporcionarán una estrategia efectiva y basada en datos para la asignación de tutores en la Fundación Ayudinga.

Este enfoque permitirá una enseñanza más personalizada y efectiva, beneficiando tanto a tutores como a estudiantes al promover un entorno de aprendizaje más productivo y enriquecedor.

**Dedicatoria**

A la inolvidable memoria de mi amado abuelo, el Lic. Justiniano Cárdenas Barahona (Q.E.P.D.), cuyas enseñanzas y ejemplo de vida han sido mi faro en los momentos de oscuridad. Padre y abuelo, fue él quien me enseñó a mantenerme firme, a luchar frente a la adversidad y a creer siempre en mí mismo.

Su fortaleza y resiliencia continúan guiándome y me recuerdan que cualquier obstáculo se puede superar con perseverancia y fe en uno mismo. Aunque ya no esté físicamente presente, su espíritu sigue siendo mi guía y mi inspiración.

A la dulce memoria de Wocker Batista Cárdenas (Q.E.P.D.), mi fiel compañero de cuatro patas, quien durante diez años fue mucho más que una simple mascota. Fue mi cómplice en los días de estudio intensivo, mi consuelo en los momentos de estrés y desaliento, y mi alegría en los días de celebración.

Wocker siempre estuvo ahí, con su mirada comprensiva y su inagotable lealtad, proporcionándome un apoyo silencioso pero inmenso. Aunque ya no está físicamente a mi lado, sus recuerdos siguen vivos y lo mantienen presente en cada paso que doy.

Esto, no es el resultado de un esfuerzo académico y de investigación, sino de una manifestación más profunda de amor, cariño, apoyo, orientación y compañía que ambos, salvando las formas y las circunstancias, me dieron y eligieron creer.

Mi único deseo es que, dondequiera que estén, se sientan orgullosos de la persona en la que me he convertido y de los logros que he alcanzado. Su amor y sus enseñanzas viven en mí y se reflejan en cada paso que doy.

Por los que estuvieron, por los que están y por los que estarán.

**Agradecimientos**

Este viaje de aprendizaje y descubrimiento no hubiese sido posible sin la presencia significativa de algunas personas que me ayudaron a superar retos y a navegar en aguas desconocidas.

Víctor López Cabrera, mi asesor, quien, con su fe inquebrantable en mis habilidades, me permitió vislumbrar posibilidades más allá de mis dudas. A través de su mentoría, como Asistente de Cátedra Ad-Honorem, encontré la oportunidad de aprender y crecer en formas que nunca había imaginado. Víctor, tus lecciones y guía continúan resonando en mí.

Los Voluntarios de la Fundación Ayudinga, han sido mi faro durante esta travesía, enseñándome humildad en la victoria y reflexión en la adversidad. Su espíritu indomable y resiliencia ante los desafíos me han enseñado más de lo que las palabras pueden expresar.

A Justiniano, Reyna Emperatriz, Heraclio, Zuly, Zaida y Jahel, la familia que me dio el regalo del amor incondicional y el espacio para aprender, crecer y equivocarme. Sus enseñanzas y apoyo han sido el cimiento sobre el que se ha construido este logro.

Aquellos cuyos nombres no se mencionan aquí, pero que han jugado roles significativos en mi viaje, saben lo esenciales que son. A cada uno de ustedes, que han dejado huellas imborrables en mi vida y mi corazón, les extiendo mi gratitud más sincera.

Finalmente, agradezco a Dios, la Virgen y a Santa Librada, quienes han sido mi roca y mi refugio, y a quienes confío cada logro y desafío.

Cada uno de ustedes ha tenido un papel invaluable en la realización de este trabajo, y en mi vida. Sin su apoyo, orientación y amor, este logro no habría sido posible. Mi agradecimiento será eterno.

**Índice General**

[**Capítulo I: Marco Teórico y Antecedentes** - 8 -](#_Toc146837281)

[**Objetivos del Proyecto de Investigación** - 9 -](#_Toc146837282)

[**Objetivo General** - 9 -](#_Toc146837283)

[**Objetivos Específicos** - 9 -](#_Toc146837284)

[**Planteamiento de Hipótesis de Investigación** - 10 -](#_Toc146837285)

[**Hipótesis Nula ():** - 10 -](#_Toc146837286)

[**Hipótesis Alternativa ():** - 10 -](#_Toc146837287)

[**Declaración de Conflictos de Interés del Autor** - 10 -](#_Toc146837288)

[**Antecedentes** - 10 -](#_Toc146837289)

[**Hallazgos** - 15 -](#_Toc146837290)

[**Propuesta de Automatización** - 16 -](#_Toc146837291)

[**Capítulo II: Diseño y Requerimientos del Sistema** - 21 -](#_Toc146837292)

[**Capítulo III: Diseño y Desarrollo del Experimento** - 22 -](#_Toc146837293)

[**Capítulo IV: Creación de Emparejamientos Aproximados** - 23 -](#_Toc146837294)

[**Capítulo V: Análisis de Resultados** - 24 -](#_Toc146837295)

[**Conclusiones y Trabajos Futuros** - 25 -](#_Toc146837296)

[**Anexos** - 27 -](#_Toc146837297)

**Índice de Figuras**

[Figure 1: Primera Sesión de #PilandoAndo (18 de Enero, 2020) xii](#_Toc146816830)

# **Capítulo I: Marco Teórico y Antecedentes**

## **Objetivos del Proyecto de Investigación**

### **Objetivo General**

Explorar y desarrollar un mecanismo de emparejamiento eficiente entre estudiantes y tutores en el marco del programa #PilandoAndo, sustentado en el Modelo de Grasha-Riechmann, que favorezca una interacción pedagógica enriquecedora y personalizada, atendiendo a los estilos de aprendizaje y enseñanza, así como las preferencias individuales de los participantes.

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar la pertinencia y eficacia del Modelo de Grasha-Riechmann en el contexto de las intervenciones educativas masivas propuestas por la Fundación Ayudinga, para discernir cómo los estilos de aprendizaje y enseñanza influyen en el rendimiento académico y la satisfacción de los participantes.
2. Diseñar y validar instrumentos psicométricos que permitan la identificación precisa de los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza de los tutores, y recolectar datos respecto a sus preferencias en términos de edad, sexo y nivel académico.
3. Elaborar un algoritmo de emparejamiento sustentado en la Teoría de Grafos que facilite la asignación adecuada de estudiantes a tutores, considerando las restricciones de dominio propuestas y las preferencias individuales.
4. Apreciar el impacto del modelo de emparejamiento propuesto en la eficiencia de las sesiones de tutoría, mediante el análisis de evaluaciones post-intervención y la recolección de retroalimentación de estudiantes, tutores, voluntarios logísticos y padres de familia.

## **Planteamiento de Hipótesis de Investigación**

### **Hipótesis Nula ():**

La implementación del modelo de emparejamiento basado en el Modelo de Grasha-Riechmann no conduce a una diferencia significativa en la eficiencia de las sesiones de tutoría ni en la satisfacción de los participantes.

### **Hipótesis Alternativa ():**

La implementación del modelo de emparejamiento basado en el Modelo de Grasha-Riechmann conduce a una mejora significativa en la eficiencia de las sesiones de tutoría y en la satisfacción de los participantes, propiciando una interacción educativa más enriquecedora y personalizada.

## **Declaración de Conflictos de Interés del Autor**

El autor de este Trabajo de Graduación Teórico-Práctico declara que su único conflicto de interés es ser Presidente y Fundador de la Fundación Ayudinga, organización y sus aliados estratégicos como la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) gracias a los cuales se ejecuta este proyecto de investigación.

## **Antecedentes**

A inicios del año 2020, surge la una iniciativa conjunta entre la Fundación Ayudinga y el Biomuseo (Fundación Amador), a través de la cual se dieran tutorías masivas gratuitas y libres de Matemáticas en las instalaciones de este, con el nombre #PilandoAndo.

Se empezó con un rango etario de estudiantes que abarcaban edades entre los 14 a 16 años a través de tutorías de Aritmética y Álgebra, ya que se consideró que estas representan metodologías que propugnan el desarrollo de un Pensamiento Lógico – Matemático desde tempranas edades; más aún considerando la situación educativa que estamos atravesando en América Latina.[1]

El crecimiento de estudiantes en #PilandoAndo llevó a que se tuviesen que flexibilizar las edades que se le solicitaban a los estudiantes para ir a las tutorías, ya que de una población de , entre de ellos estaban en las edades de , por lo cual se les permitió que ellos formaran parte de las tutorías.

De manera inicial, se debe mencionar que no se contaba con ningún tipo de sistema informático para llegar registro de asistencia, asignación de estudiantes a mesas con tutores y cualquier otro proceso asociado, todo esto se realizaba a mano; exceptuando el Registro Previo de los Estudiantes a través de un formulario web que estos llenaban en colaboración con el Biomuseo.

Debido a ello, se tuvo que tomar la decisión de reestructurar por niveles de Aritmética y Álgebra [2] de la siguiente manera:

* **Aritmética**
  + **Aritmética Básica**: Dirigida a estudiantes de 4to - 5to grado
  + **Aritmética Intermedia**: Dirigida a estudiantes de 5to - 6to grado
  + **Aritmética Avanzada**: Dirigida a estudiantes de 6to - 7mo grado
* **Álgebra**
  + **Álgebra Básica**: Dirigida a estudiantes de 7mo - 8vo grado
  + **Álgebra Intermedia**: Dirigida a estudiantes de 8vo - 9no grado
  + **Álgebra Avanzada**: Dirigida a estudiantes de 9no – 10mo grado

Esta decisión fue tomada debido a que algunos autores, como el Ministerio de Educación de la República de Colombia [3] plantean que las dificultades más grandes en el aprendizaje de la matemática para un estudiante en etapas tempranas (Primaria e Inicios de Secundaria) son:

* Alto nivel de abstracción de conceptos
* Requerida secuencialidad de los conocimientos

Los tutores se encontraban previamente informados sobre los niveles que estos iban a enseñar en las sesiones de tutorías, sin embargo; siempre existía un alto grado de incertidumbre debido a que se dependía del estudiante que llegara a #PilandoAndo y lo que este desease aprender o reforzar.

Esto conllevaba cierto nivel de complejidad a nivel logístico, ya que se rompía por completo con la consigna inicial de #PilandoAndo, la cual consistía en un tutor dándole tutorías a un grupo pequeño (En su momento, se planteaba de 3-4 estudiantes como máximo).

Para el diseño inicial del modelo que estamos poniendo a prueba en el presente Proyecto de Investigación, se consideró el hecho de que se extrapolaban contextos de las relaciones y cardinalidades existentes bajo el Modelo de las Bases de Datos Relacionales con el Modelo de Cood y sus 12 reglas [4].

Bajo el modelo educativo tradicional, se contempla que la Entidad Docente, puede dar clases a N estudiantes, generando de esta manera una relación de N, lo que traducido en palabras sería una relación de Uno a Muchos.

Sin embargo, cuando analizamos ese “Muchos”, resulta que la cantidad puede ser cuasi infinita de estudiantes que reciban clases de dicho docente, por lo que se puede perder la personalización de los aprendizajes a nivel de una tutoría.[5]

Por ello, de manera empírica y en su momento únicamente basados en la intuición, se generan las bases para el desarrollo y escalabilidad de #PilandoAndo con la consigna de: “Todo tutor puede darle tutorías a un máximo de 4 estudiantes, en caso de que este sobrepase la cantidad de estudiantes permitidos, serán asignados al siguiente tutor disponible”.



Figura 1: Primera Sesión de #PilandoAndo (18 de Enero, 2020)

#PilandoAndo tuvo que ser detenido de manera presencial el 27 de febrero de 2020 debido a las previsiones que la Fundación Ayudinga y sus aliados tomaron producto del advenimiento de la Pandemia del COVID-19.



Figura 2: Última Sesión de #PilandoAndo en el BioMuseo (27 de febrero de 2020)

El proyecto continuó de manera virtual a través de las redes sociales de la Fundación Ayudinga, dónde se impartían estas sesiones de tutorías en vivo y pregrabadas en algunas ocasiones, contando con el apoyo de empresas como Banesco, Fundación Alberto Motta y Petróleos Delta.

Durante el año 2022, luego de que se levantan gran parte de las medidas de restricción por parte del Ministerio de Salud de la República de Panamá (MINSA), se toma la decisión de regresar a hacer sesiones de #PilandoAndo de manera presencial, en esta ocasión directamente con el apoyo de la Autoridad de Canal de Panamá (ACP), así como su financiamiento para el desarrollo de este proyecto.

Para ello, se adoptó una coyuntura relevante como lo es la preparación a los estudiantes para el Examen de Admisión PAA de la Universidad Tecnológica de Panamá, elaborados por el College Board. [6] Durante estas 3 sesiones de tutorías libres y gratuitas con una duración de 9 horas en total; Colaboradores de la ACP, Profesionales Independientes y Estudiantes de la UTP fungieron como tutores para el resto de sus compañeros [5].

### **Hallazgos**

A partir de una población de , producto de esta tutoría libre y gratuita con el nombre #PilandoAndoPaLaU, se obtuvieron los siguientes resultados:

* 85% de los estudiantes (82 estudiantes) tuvieron puntajes ≥ 1,000 puntos.
  + Esto permitió que pudiesen entrar a Carreras de Ingeniería
* 6% (6 estudiantes) de los estudiantes obtuvieron puntajes entre 900 y 999 puntos.
  + Esto permitió que pudiesen acceder Carreras de Licenciatura
* 9% (8 estudiantes de los estudiantes obtuvieron > de 800 puntos.
  + Este puntaje no permite que el estudiante sea admitido bajo los criterios establecidos por la Universidad Tecnológica de Panamá y su Sistema de Ingreso Universitario (SIUTP)

Es importante mencionar que toda la información presentada anteriormente fue obtenida a través de encuestas que los estudiantes o sus acudientes llenaron posterior a recibir los resultados de la Prueba PAA, a manera de “Feedback o Retroalimentación” para poder tener una medición real de la efectividad o no de la intervención.

Uno de los principales hallazgos que surgieron a partir de observaciones cualitativas era la diferencia entre el Estilo de Enseñanza de un Tutor y el Estilo de Aprendizaje de un Estudiante, lo cual tiene una relación de directa proporcionalidad a manera de que se pueda generar un entorno educativo en el que tanto tutores como estudiantes puedan maximizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. [7]

A group of people posing for a photo

Description automatically generated

## **Propuesta de Automatización**

El principal cuello de botella que se presentó al momento de realizar los análisis “Post-Mórtem” de cada uno de los #PilandoAndo, fue la cantidad de tiempo efectivo de tutorías que se “perdía” por el hecho de tener que estar organizando a los estudiantes mesas por mesas desde la perspectiva logística.

De igual forma, de este la perspectiva académica; se reconoce que no todos los estudiantes se sienten cómodos con un tutor y no todos los tutores se sienten cómodos con un estudiante en específico, es una relación dual. [8]

Por ello, como parte de este Proyecto de Investigación, se proceden a buscar opciones a través de las cuales se pueda automatizar ese proceso y de esa manera maximizar el aprendizaje de los estudiantes y apoyar la labor voluntaria que están realizando los tutores, donando su tiempo en pro de apoyar a los demás.

Para ello, se procede a analizar Modelos Psicopedagógicos como el “Modelo de Grasha Riechmann, en el que permite denotar que en efecto existen 6 Estilos de Aprendizaje para los Estudiantes y 5 Estilos de Enseñanza para los Tutores, generando con ello todas las combinaciones posibles, pero enfocándose en el Estilo de Enseñanza del ya mencionado tutor. [9]

Este modelo fue propuesto por el Dr. Anthony Grasha y la Dra. Sheryl Hruska Riechmann en 1974 y se fundamenta en las inclinaciones de los discentes en lo que respecta a la interacción con sus pares y docentes, y alude a la amalgama de estilos de aprendizaje que un educando puede llegar a manifestar. [10]

Al examinar el Modelo de Grasha-Riechmann, es esencial reconocer que los autores delinearon seis Estilos de Aprendizaje, categorizados en tres dimensiones:

1. Actitud del estudiante hacia el proceso de aprendizaje.
2. Percepciones respecto a los compañeros y los tutores.
3. Respuestas ante las estrategias pedagógicas implementadas en el aula.

Antes de proceder a hacer un planteamiento matemático para buscar ese Emparejamiento Aproximado entre Estudiantes y Tutores en las Intervenciones Educativas de la Fundación Ayudinga, debemos definir los Estilos de Aprendizaje para Estudiantes que fueron planteado en el Inventario de Estilos de Aprendizaje que posteriormente serán aplicados en forma de Prueba Psicométricas.

Estas características de cada uno del Inventario de Estilo de Aprendizaje surgen de una adaptación realizada en la Universidad de la Salle, Ciencia Unisalle en Colombia en el año 2014. [11]

* **Independiente**
  + **Descripción:** Prefiere la autonomía en el proceso de aprendizaje, estableciendo un ritmo individualizado.
  + **Características:**
    - Valoración de la autonomía en el aprendizaje.
    - Predisposición hacia el descubrimiento autónomo.
    - Tendencia a la Introspección
  + **Técnicas de Estudio:** 
    - Autonomía en la gestión del aprendizaje
    - Exploración individualizada de contenidos.
    - Reflexión personal sobre los aprendizajes adquiridos.
* **Evitativo**
  + **Descripción:** Tendencia a evitar la participación en el proceso de aprendizaje.
  + **Características:**
    - Sensación de abrumo ante desafíos académicos.
    - Propensión a la postergación de tareas.
    - Potencial indiferencia o desinterés.
  + **Técnicas de Estudio:** 
    - Manejo del estrés ante desafíos académicos.
    - Estrategias contra la procrastinación.
    - Técnicas de motivación y compromiso.
* **Colaborativo**
  + **Descripción:** Opta por un aprendizaje colaborativo, valorizando el trabajo en equipo y la interacción.
  + **Características:**
    - Aprendizaje interactivo.
    - Valoración de perspectivas diversas.
    - Habilidades de escucha activa.
  + **Técnicas de Estudio:**
    - Formación de grupos de estudio colaborativos.
    - Promoción de discusiones y debates constructivos.
    - Comparación y compartición de notas con pares.
* **Dependiente**
  + **Descripción:** Requiere de una estructura definida y directrices claras para el aprendizaje.
  + **Características**
    - Necesidad de instrucciones precisas.
    - Búsqueda de validación por parte de tutores.
    - Potencial pasividad en el proceso de aprendizaje.
  + **Técnicas de Estudio:**
    - Clarificación de instrucciones.
    - Interacción y retroalimentación con tutores.
    - Técnicas de activación del aprendizaje.
* **Competitivo**
  + **Descripción:** Orientado al logro y a la superación respecto a pares en el proceso de aprendizaje.
  + **Características:**
    - Orientación hacia el logro.
    - Búsqueda de reconocimiento.
    - Tendencia a la argumentación.
  + **Técnicas de Estudio:**
    - Establecimiento de metas académicas.
    - Uso de tarjetas mnemotécnicas o tarjetas de ayuda de memoria para revisión
    - Realización de simulacros de evaluación para medir progreso.
* **Participativo**
  + **Descripción:** Propensión hacia un aprendizaje práctico y experiencial.
  + **Características:** 
    - Aprendizaje práctico.
    - Aplicación de conocimientos adquiridos.
    - Dinamismo y actividad en el proceso de aprendizaje.
  + **Técnicas de Estudio:** 
    - Ejecución de ejercicios prácticos o simulaciones.
    - Relacionamiento del contenido con contextos reales.
    - Implementación de técnicas de aprendizaje experiencial, como el aprendizaje basado en proyectos.

Es importante reconocer que cada uno de estos Estilos de Aprendizaje, surgen de la aplicación de una Prueba Psicométrica a través de una plataforma online que fue desarrollada específicamente para este fin, tomando las adaptaciones

El mismo caso sucede para los Estilos de Enseñanza para los Tutores, los cuales, a partir de la aplicación de Pruebas Psicométricas especializadas, se pueden obtener estos Estilos de Enseñanza [12]:

Esta descripción se adapta específicamente al formato de #PilandoAndo, donde la figura del docente tradicional se sustituye por un tutor, y aunque no se referencia directamente a un estudiante, se utiliza el término "tutorado". Para facilitar la comunicación, se adoptarán los términos "Tutor" y "Estudiante", permitiendo así la aplicación de pruebas psicométricas para automatizar la asignación entre ambos, conforme a ciertas reglas predeterminadas.

En una exploración detallada de las entidades "Tutor" y "Estudiante", se identifican los siguientes atributos, que servirán como conjunto de datos para un análisis posterior en un Emparejamiento Aproximado entre Estudiantes y Tutores en las Intervenciones Educativas Masivas de la Fundación Ayudinga:

* **Estudiante**: Edad, Sexo, Nivel Académico y Estilo de Aprendizaje.
* **Tutor**: Edad, Sexo, Nivel Académico, Estilo de Enseñanza.

Estos datos fueron recopilados durante las sesiones de tutoría en matemáticas realizadas en colaboración con la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) durante el receso académico de 2023.

El objetivo es lograr una asignación más precisa entre estudiantes y tutores, a quienes referiremos como Tutores a partir de ahora.

Con las entidades definidas, se establecen las siguientes Restricciones de Dominio para el proyecto de investigación propuesto:

1. Un Tutor puede brindar clases de Reforzamiento Académico a múltiples Estudiantes ).
2. Un Estudiante solo puede recibir clases de Reforzamiento Académico de un Tutor ().
3. No todos los Estudiantes pueden ser asistidos por cualquier Tutor debido a la posible discrepancia entre los Estilos de Aprendizaje y Enseñanza.
4. Para una tutoría eficaz, se estima que un Tutor puede manejar grupos de 5-6 estudiantes como máximo.
5. Se solicitará a los Tutores que proporcionen datos cualitativos en el formulario de inscripción, permitiéndoles expresar sus preferencias.
6. Los Estudiantes en una tutoría deben compartir similares Estilos de Aprendizaje que coincidan con el Estilo de Enseñanza del Tutor.

Ante esto, emerge la pregunta de investigación: ¿Cómo podemos emparejar a un Tutor con un Estudiante en una intervención educativa masiva de la Fundación Ayudinga? Utilizando como base las Restricciones de Dominio mencionadas, se evaluarán mediante análisis "Post-Mortem" de las sesiones de tutorías masivas de la Fundación Ayudinga, recopiladas verbalmente por tutores, voluntarios logísticos y acudientes.

Una forma de modelar la situación es mediante la Teoría de Grafos, que consiste en un conjunto de vértices (nodos) y un conjunto de aristas que conectan estos vértices.

En este contexto, los vértices pueden representar a las entidades , y las aristas establecen la relación existente entre ellas.

La formalización matemática de “Encontrar la persona a la que otra persona tenga una mayor afinidad y en caso de que se encuentren disponibles”, se define como un caso de Emparejamiento [13], que es una función matemática que establece una correspondencia uno a uno.

Dado un (denominado Tutores) y un (denominado Estudiantes), se buscará un emparejamiento aproximado entre los elementos de los subconjuntos, definiendo una función (Uno a Uno) para y .

En este escenario, se identifica un Grafo Bipartido, lo que implica que la relación no puede ser representada mediante una función matemática directa. En el (tutores disponibles) y el (estudiantes disponibles), no existe una función que establezca esta relación de manera directa.

Esto indica que no necesariamente para cada elemento del , hay un elemento del ; ya que un elemento del puede ser asignado a varios elementos del y viceversa. Esta asignación se basa en las preferencias de los Estilos de Enseñanza de los Tutores () y en las preferencias de los Estilos de Enseñanza de los Estudiantes ().

Para ello, se utilizarán los principios relacionados al Algoritmo Gale - Shapley, el cual nace a partir de la formalización matemática del “Problema de los Matrimonios Estables” [14] que consiste en que se tienen dos grupos conformados por hombres y mujeres.

Siendo los nombres de las mujeres definidos por la siguiente lista mientras que los hombres están definidos por la lista }.

Una definición del problema establece que, dada cantidad de hombres con cantidad de mujeres, donde cada una de las personas pertenecientes a los conjuntos ha establecido una lista de prioridades de los miembros del otro conjunto de su preferencia

Dado que dos personas {Hombres y Mujeres} de un grupo pueden casarse dado que pertenecen a siguientes conjuntos, sin embargo, su matrimonio puede considerarse como “No Estable”, ya que alguno de ellos no desea estar con la otra persona en cuestión.

Estableciendo una notación matemática para su definición, denotaremos que existen dos hombres , mientras que también existen dos mujeres . La lista de preferencias para es , mientras que la lista de preferencias para w1 es y la lista de preferencias de es .

El emparejamiento de no será estable, dado que m1 y w2 tienen otras preferencias.

Se desea buscar una combinatoria de estos dos conjuntos, estableciendo las preferencias de cada uno de los miembros de ellos para que sea un emparejamiento estable, por lo que se puede determinar que y será estable, ya que estas fueron las preferencias iniciales establecidas por ambos conjuntos, por lo que, con la aplicación del Algoritmo de Gale Shapley, se puede obtener un Matrimonio Estable.

El Algoritmo de Gale – Shapley es comúnmente utilizado como una herramienta matemática para establecer un sistema en el que cualquier persona, sea capaz de encontrar a la persona que por la que mayor afinidad tiene dentro de un conjunto de otras personas que se encuentran disponibles, siendo el caso en cuestión de un Estudiante () que tiene una multiplicidad de Tutores () disponibles y se le asignará el óptimo.

A continuación, procederemos a hacer un modelo gráfico en el que se representarán un Emparejamiento Aproximado entre y .

A diagram of a tutoring

Description automatically generated

De esto, podemos deducir lo siguiente:

# **Capítulo II: Diseño y Requerimientos del Sistema**

# **Capítulo III: Diseño y Desarrollo del Experimento**

# **Capítulo IV: Creación de Emparejamientos Aproximados**

# **Capítulo V: Análisis de Resultados**

}

# **Conclusiones y Trabajos Futuros**

**Referencias Bibliográficas**

[1] L. A. R. Palacios, M. I. Guifarro, y L. M. C. García, “Difficulties in learning algebra, a study with standardized tests”, *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, vol. 35, núm. 70, pp. 1016–1033, 2021, doi: 10.1590/1980-4415v35n70a21.

[2] J. E. Galvis, “Didáctica para la enseñanza de la aritmética y el algebra”.

[3] S. Didácticas y E. Matemáticas, *Programa fortalecimiento de la cobertura con calidad para el sector educativo rural PER II*. [En línea]. Disponible en: www.mineducacion.gov.co

[4] A. Trehan, “Codd’s Twelve Rules Rules that make a RDBMS”, 2003.

[5] F. Alegre, L. Moliner, A. Maroto, y G. Lorenzo-Valentin, “Peer tutoring and mathematics in secondary education: literature review, effect sizes, moderators, and implications for practice”, 2017, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02491.

[6] L. A. R. Palacios, M. I. Guifarro, y L. M. C. García, “Difficulties in learning algebra, a study with standardized tests”, *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, vol. 35, núm. 70, pp. 1016–1033, 2021, doi: 10.1590/1980-4415v35n70a21.

[7] C. R., . C., . J., . P., y . M., “Estilos de enseñanza y estilos de aprendizaje en educación superior: Análisis de las preferencias de estudiantes de Pedagogía en Inglés en tres universidades chilenas”, *Revista Electrónica Educare*, vol. 20, pp. 1–29, 2016, [En línea]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194146862007

[8] C. R., . C., . J., . P., y . M., “Estilos de enseñanza y estilos de aprendizaje en educación superior: Análisis de las preferencias de estudiantes de Pedagogía en Inglés en tres universidades chilenas”, *Revista Electrónica Educare*, vol. 20, pp. 1–29, 2016, [En línea]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194146862007

[9] S. Hui Sim, M. Effendi Ewan Mohd Matore, y S. Jenis Kebangsaan Cina Kepong, “The relationship of Grasha-Riechmann Teaching Styles with teaching experience of National-Type Chinese Primary Schools Mathematics Teacher”, 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.1028145.

[10] M. J. Provitera, “Learning And Teaching Styles In Management Education: Identifying, Analyzing, And Facilitating”, 2008. [En línea]. Disponible en: http://longleaf.net/teachingstyle.html

[11] G. González Gutiérrez y S. Andrés González Ardila, “Estilos de enseñanza según Antonhy Grasha presentes en la práctica pedagógica de un grupo de estudiantes del Programa Licenciatura en Lengua Castellana Inglés y Francés de la Universidad de La Salle”. [En línea]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/lic\_lenguas

[12] M. Rosa y R. Fernández, “Estilos de enseñanza y estilos de aprendizaje: implicaciones para la educación por ciclos”. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277795807

[13] Z. Han, Y. Gu, y W. Saad, “Fundamentals of Matching Theory”, en *Matching Theory for Wireless Networks*, Z. Han, Y. Gu, y W. Saad, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 9–15. doi: 10.1007/978-3-319-56252-0\_2.

[14] L. Zhou, “Stable matchings and equilibrium outcomes of the Gale-Shapley’s algorithm for the marriage problem”, *Econ Lett*, vol. 36, núm. 1, pp. 25–29, may 1991, doi: 10.1016/0165-1765(91)90050-U.

# **Anexos**