

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN, CONTROL Y  
EVALUACIÓN 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 intercorrelación que existen entre los Estilos de Enseñanza – Aprendizaje, respectivamente según la Teoría de Grasha-Riechmann.

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.

A nivel de metodología, se incluye un proceso de recolección de datos diseñado a través de una aplicación web en el que se aplicarán la Encuesta de Inventarios de Estilos de Enseñanza y Aprendizaje para los Tutores y Estudiantes. 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.

**Palabras clave:** *Emparejamiento Aproximado, Clústers de Aprendizaje, Grasha – Riechmann, Emparejamiento Perfecto, Enseñanza Personalizada, Gestión de datos, Visualización de Datos*

## **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 de Contenidos

Introducción .....	- 13 -
Capítulo I: Marco Teórico y Antecedentes .....	- 18 -
Antecedentes .....	- 19 -
Programa #PilandoAndo .....	- 20 -
Hallazgos Cualitativos y Cuantitativos .....	- 25 -
Modelos de Estilos de Aprendizaje .....	- 26 -
Modelos de Aprendizaje y Enseñanza .....	- 27 -
Modelo de Kolb .....	- 29 -
Modelo de Honey y Mumford .....	- 32 -
Modelo de Felder & Silverman: Índice de Estilos de Aprendizaje .....	- 36 -
Modelo de Grasha-Riechmann .....	- 39 -
Adaptación al Formato de #PilandoAndo .....	- 51 -
Método de Clústers de Estilos .....	- 53 -
Teoría del Emparejamiento .....	- 55 -
Tipos de Emparejamientos .....	- 55 -
Algoritmo de Hopcroft-Karp .....	- 59 -
Algoritmo de Gale - Shapley .....	- 63 -
Definición de Conjuntos y Subconjuntos .....	- 66 -
Resumen del Modelo Matemático .....	- 68 -
Capítulo II: Metodología y Diseño del Experimento .....	- 69 -
Objetivos del Proyecto de Investigación .....	- 70 -
Objetivo General .....	- 70 -
Objetivos Específicos .....	- 70 -
Hipótesis de Investigación .....	- 71 -
Hipótesis Nula ( $H_0$ ): .....	- 71 -
Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): .....	- 71 -
Hipótesis Alternativa ( $H_2$ ): .....	- 71 -
Hipótesis Alternativa ( $H_3$ ): .....	- 71 -
Hipótesis Alternativa $H_4$ .....	- 72 -
Justificación .....	- 72 -
Declaración de Conflictos de Interés del Autor .....	- 73 -
Planteamiento de Antecedentes .....	- 73 -
Estadística Descriptiva de los primeros #PilandoAndo .....	- 75 -

Objetivo del Experimento .....	- 77 -
Tipo de Experimento .....	- 77 -
Población y Muestra.....	- 78 -
Instrumentos de Recolección de Datos .....	- 80 -
Prueba de Grasha-Riechmann.....	- 83 -
Aplicación de la Prueba de Estilos de Enseñanza (Tutor).....	- 84 -
Aplicación de la prueba de Estilos de Aprendizaje al Estudiante .....	- 86 -
Diseño del Experimento .....	- 89 -
Variables de Estudio .....	- 92 -
Análisis de Resultados.....	- 97 -
Perfil Demográfico de los Tutores.....	- 98 -
Análisis Descriptivo de los Tutores .....	- 99 -
Perfil Demográfico de los Estudiantes.....	- 103 -
Análisis Descriptivo de los Estudiantes .....	- 104 -
Consideraciones Éticas .....	- 110 -
Limitaciones del Estudio .....	- 112 -
Conclusiones del Estudio.....	- 113 -
Capítulo III: Arquitectura del Sistema.....	- 114 -
Capítulo IV: Emparejamiento de Estudiantes y Tutores.....	- 115 -
Reglas de Emparejamiento .....	- 116 -
Simulación Teórica.....	- 119 -
Capítulo V: Análisis y Discusión de Resultados .....	- 124 -
Conclusiones y Trabajos Futuros .....	- 125 -
Anexos .....	- 130 -
Anexo #1: Cuestionario de Estilo de Aprendizaje.....	- 131 -
Anexo #2: Cuestionario de Inventario de Estilos de Enseñanza .....	- 134 -
Anexo #3: Términos y Condiciones del Experimento .....	- 137 -

## Índice de Figuras

Figura 1: Clases envivo durante la Pandemia del COVID-19.....	- 19 -
Figura 2: Primera Sesión de #PilandoAndo (18 de Enero, 2020) .....	- 22 -
Figura 3: Última Sesión de #PilandoAndo en el BioMuseo (27 de febrero de 2020) .....	- 23 -



Figura 4: Récord Mundial de la Tutoría de Matemáticas más grande del Mundo . -	24 -
Figura 5: Logística de Organización de Estudiantes en #PilandoAndo .....	26 -
Figura 6: Representación en gráfica radial del Perfil del Estudiante .....	45 -
Figura 7: Representación en gráfica radial del Perfil del Tutor .....	50 -
Figura 8: Sesiones de Tutoría de #PilandoAndo en Verano 2023.....	52 -
Figura 9 Equipo Logístico de #PilandoAndo.....	74 -
Figura 10: Primera Edición de #PilandoAndoPaLaU en el año 2023 .....	75 -
Figura 11: Charla de Explicación a Tutores de la Metodología de la prueba de Estilos de Aprendizaje .....	80 -
Figura 12: Sistema de Gestión Educativa de #PilandoAndo .....	81 -
Figura 13: Revisión del la Autorización o Consentimiento por parte de Tutores ... -	82 -
Figura 14: Tutores realizando la prueba de Estilos de Enseñanza en sus dispositivos móviles.....	85 -
Figura 15: Validación del Tutor usando su email a través del SGE .....	86 -
Figura 16: Aplicación en el SGE del Cuestionario de Estilos de Aprendizaje al Estudiante .....	87 -
Figura 17: Instrucciones Iniciales para la aplicación de la Prueba de Estilos de Aprendizaje.....	88 -
Figura 18: Conferencia denominada "Formalismo Académico en las Tutorías Masivas" .....	90 -
Figura 19: Anuncio de "PilandoAndoPaLaU" por el Canal de Panamá en la red social Instagram .....	92 -
Figura 20: Asistencia General de Tutores a través de las 5 sesiones de #PilandoAndoPaLaU .....	94 -
Figura 21: Asistencia General de Tutores a las 5 sesiones de #PilandoAndoPaLaU que realizaron la prueba de Estilos de Enseñanza de Grasha-Riechmann....	94 -
Figura 22: Asistencia General de Estudiantes a las 4 Sesiones de #PilandoAndoPaLaU .....	95 -

Figura 23: Asistencia General de Estudiantes a las 4 sesiones de #PilandoAndoPaLaU que realizaron la prueba de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann .....	- 96 -
Figura 24: Panel de Administración del SGE de #PilandoAndo .....	- 97 -
Figura 25: Resultados de la Prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Enseñanza aplicada a Tutores en el SGE .....	- 98 -
Figura 26: Estilos de Enseñanza de los Tutores en #PilandoAndoPaLaU .....	- 99 -
Figura 27: Representación Gráfica de los Estilos de Enseñanza de los Tutores por Sexo (Femenino) .....	- 102 -
Figura 28: Distribución porcentual en sexo masculino de los Estilos de Enseñanza de los Tutores.....	- 103 -
Figura 29: Estilos de Enseñanza de Estudiantes en #PilandoAndoPaLaU ...	- 105 -
Figura 30: Representación Gráfica de Estilos de Aprendizaje de Estudiantes por sexo (Femenino).....	- 109 -
Figura 31: Representación Gráfica de Estilos de Aprendizaje de Estudiantes por sexo (Masculino) .....	- 110 -
Figura 32: Simulación Teórica del Algoritmo de Gale-Shapley aplicado a Estudiantes y Tutores.....	- 121 -

## Índice de Tablas

Tabla 1: Dimensiones del Aprendizaje según Kolb .....	- 32 -
Tabla 2: Simulación de Resultados de Cuestionario de Estilos de Aprendizaje de un Estudiante.....	- 44 -
Tabla 3: Simulación de Estilos de Enseñanza de un Tutor .....	- 50 -
<i>Tabla 4: Clúster 1 de Estilos de Enseñanza.....</i>	<i>- 53 -</i>
Tabla 5: Clúster 2 de Estilos de Enseñanza .....	- 53 -
Tabla 6: Clúster 3 de Estilos de Enseñanza .....	- 53 -
Tabla 7: Clúster 4 de Estilos de Aprendizaje .....	- 54 -
Tabla 8: Clúster Integrado #1 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje .....	- 54 -

Tabla 9: Clúster Integrado #2 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje .....	- 54 -
Tabla 10:Clúster Integrado #3 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje .....	- 54 -
Tabla 11:Clúster Integrado #4 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje .....	- 55 -
Tabla 12: Preferencias de Estudiantes sobre Tutores (Algoritmo de Hopcroft-Karp) .....	- 60 -
Tabla 13:Preferencias de Estudiantes sobre Tutores (Algoritmo de Gale-Shapley) .....	- 65 -
Tabla 14: Perfil Demográfico de los Tutores .....	- 99 -
Tabla 15: Desglose por Rangos Etarios de Estilos de Enseñanza en Tutores.....	- 101 -
Tabla 16: Distribución porcentual en sexo femenino de los Estilos de Enseñanza de los Tutores.....	- 102 -
Tabla 17: Distribución porcentual en sexo masculino de los Estilos de Enseñanza de los Tutores.....	- 103 -
Tabla 18: Perfil Demográfico de los Estudiantes .....	- 104 -
Tabla 19: Desglose por rangos etarios de los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes.....	- 107 -
Tabla 20: Distribución porcentual de los Estilos de Enseñanza en sexo (Femenino) .....	- 108 -
Tabla 21: Distribución porcentual de los Estilos de Enseñanza en sexo (Masculino) .....	- 109 -
Tabla 22:Clasificación de Estilos de Aprendizaje como Bajo, Moderado o Alto ....	- 116 -

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Sumatoria del PSA con base en los datos ingresados por el estudiante .....	- 43 -
Ecuación 2: Cálculo del Estilo de Aprendizaje de un Estudiante .....	- 43 -

Ecuación 3: Sumatoria de las respuestas a cada pregunta ingresada por el tutor -	
49 -	
Ecuación 4: Cálculo del Estilo de Enseñanza de un Tutor (PSE) .....	- 49 -
Ecuación 5: Modelo Matemático de un Emparejamiento Perfecto .....	- 56 -
Ecuación 6: Modelo Matemático del Emparejamiento Máximo .....	- 57 -

## Introducción

“El sistema educativo panameño colapsó”, es algo que se puede escuchar mucho en los diferentes medios de comunicación. Esto ha llegado a convertirse en un campo de distorsión de la realidad para muchas personas; donde se considera que un elemento fundamental de lo que hoy conocemos como “El Estado”, depende de un sistema educativo.

Postulaba la Teoría General de Sistemas (TGS), que un sistema es “El todo más que la suma de sus partes”[1], algo que roza el pensamiento filosófico y a su vez nos conlleva en cierta medida a refutar la afirmación planteada inicialmente, ya que la misma existencia de un sistema educativo impide su colapso.

Esto se genera, dado que nunca han dejado de existir las partes o elementos que forman parte de este, el sistema sigue funcionando; es decir, en ningún momento ha tenido un colapso.

Conociendo esto, nos vamos mucho más allá del imperativo ético y moral que corresponde a un candidato a Ingeniero en Sistemas de Información comprender a cabalidad la implicancia que tienen los sistemas como elemento fundamental de diario convivir entre seres humanos al que denominamos sociedad.

Si no, que esto obliga a realizar un análisis sistémico de la realidad que está atravesando el sistema educativo panameño a manera que se generen intervenciones en los puntos de entrada y salida del mismo, afectando de esta manera el producto final.

Por ello, durante este Proyecto de Investigación, “Hablaemos de Educación”, pero enfocaremos nuestros esfuerzos a comprender más a fondo y optimizar el mismo proceso educativo, mejorar aquel sistema con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's, por sus siglas en inglés).

Usaremos el caso del proyecto #PilandoAndo, ejecutado por la Fundación Ayudinga y el Canal de Panamá, que son intervenciones educativas masivas que se desarrollan bajo la consigna de palear las deficiencias de los estudiantes en diferentes ramas de la matemática como Aritmética, Álgebra, Geometría, Estadística y Probabilidad en etapas tempranas de su formación secundaria, así como en preparación para que estos puedan rendir sus exámenes de admisión en las universidades de la República de Panamá.

El modelo de #PilandoAndo, tiene como enfoque las Economías de Escala, dado que cambia por completo la estructura a través de la cual se llevan las tutorías tradicionalmente, donde es una relación de 1:1, es decir 1 Tutor por 1 Estudiantes.

Relación que con la pérdida del poder adquisitivo de las familias producto de los procesos inflacionarios, se vuelve en una especie de “activo de lujo”, que pocos pueden costearse.

#PilandoAndo como modelo propone sesiones de tutorías basadas en el voluntariado, donde jóvenes universitarios, profesores y profesionales de la sociedad civil donan su tiempo, esfuerzos y conocimientos para apoyar a más de 5 estudiantes por mesa en donde son asignados.

Sin embargo, el modelo de #PilandoAndo se ha de denotar que es una aproximación novedosa para presentar una propuesta de solución al problema educativo a través del involucramiento directo de la sociedad civil que se organiza a través de Organizaciones No Gubernamentales (ONG), organismos supra gubernamentales como el Canal de Panamá (ACP) y la empresa privada, pero presenta problemas de aseguramiento de la pertinencia y calidad educativa.

Es por esto, que evaluaremos la interacción propia e inherente que existe entre Estudiantes y Tutores, dónde cada uno de ellos aprende de una forma totalmente diferente a la que enseña y viceversa.

Materia que se formalizará posteriormente con Modelos como el de Kolb, Honey & Mumford, Felder & Silverman y Grasha-Riechmann.

Estos modelos plantean diferentes perspectivas sobre ¿Cómo las personas aprenden? y ¿Cómo procesan la información?; evaluar “Cuál es el mejor”, no es algo que haremos en este Proyecto de Investigación, ya se reconocerá que cada uno tiene sus aplicaciones específicas en casos puntuales.

Se usará el Modelo de Grasha-Riechmann, en el que se plantea la “Taxonomía de Estilos de Enseñanza y Aprendizaje” para evaluar la mejor forma a través de la cual se pueden emparejar aproximadamente a los Estudiantes y Tutores para maximizar ese sentido de pertinencia y calidad educativa en #PilandoAndo.

Con el fin desarrollar un modelo, se tendrán que aplicar la Prueba de Inventarios de Estilos de Aprendizaje a los Estudiantes que asistirán a un conjunto específico de sesiones de #PilandoAndo y la Prueba de Inventarios de Estilos de Enseñanza a los Tutores que de igual manera asistan a ese mismo grupo de sesiones.

Todo esto, será desarrollado a través de una plataforma web en las que se podrán tomar esas pruebas, un equipo administrativo analizar los resultados; teniendo la mente buscar ese “Emparejamiento Aproximado” entre Estudiantes y Tutores, donde sus Estilos de Enseñanza y Aprendizaje estén lo más correlacionados que sea posible.

En ese camino, exploraremos la Teoría de Emparejamiento o mejor conocida como Teoría del Matching, una rama de las matemáticas discretas que se caracteriza por utilizar diversas técnicas que se centran en buscar diferentes tipos

de Emparejamiento para dos conjuntos distintos, garantizando la existencia del un Emparejamiento como tal.

Basado en los elementos del Modelo de Grasha-Riechmann y sus pruebas psicométricas que les serán aplicadas a una muestra de la población de estudiantes y tutores de #PilandoAndo, sin considerar la existencia de un grupo control, tomaremos estos datos garantizando siempre el cumplimiento de la Ley 81 de Protección de Datos de la República de Panamá, territorio en el que realizaremos el experimento del cuál elaboraremos un modelo matemático.

Este planteamiento matemático, como ya bien fue mencionado, tendrá su base en la Teoría del Matching, empero de los múltiples algoritmos de emparejamiento que pueden llegar a existir, nos basaremos en el desarrollado por Llyod Shapley y David Gale, el cual lleva su nombre llamado Gale Shapley.

Se desarrollaría de esta manera, dado que permite alcanzar diversos niveles de emparejamiento, que pueden ser el Perfecto, Máximo o el Estable. Siendo el objetivo de este Proyecto de Investigación encontrar un emparejamiento máximo (aproximado) entre los Estudiantes y Tutores en las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga.

La intersección entre las ciencias sociales como la pedagogía y las ciencias naturales como las matemáticas, computación y sistemas de información generarán un producto final que permita al equipo de la Fundación Ayudinga y el Canal de Panamá, una mejor organización y creación de los grupos de tutoría en #PilandoAndo.

La aplicabilidad de este Proyecto de Investigación pone en práctica directa todos los conocimientos adquiridos en el transcurso del cursado de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información.



Todo será puesto a prueba para generar una propuesta educativa basada en la ciencia y la evidencia que tenga como un fin último, la mejora de la calidad de los aprendizajes de los estudiantes en Panamá y América Latina.

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

## Antecedentes

La Fundación Ayudinga es una entidad educativa sin ánimo de lucro dedicada a proporcionar experiencias de aprendizaje gratuitas, inclusivas y centradas en el ser humano.

Desde su creación, ha ofrecido materiales académicos en video en disciplinas como Matemáticas, Física, Química y Biología, manteniendo un alto nivel de calidad audiovisual. Estos contenidos se caracterizan por contextualizar el aprendizaje con situaciones del día a día.

En tiempos recientes, la Fundación ha trabajado en la creación de un Modelo Educativo denominado “AyuEduca 2030”[2]. Este modelo establece ejes estratégicos centrados en el Impacto Social en el ámbito educativo.

Es notable cómo la reciente pandemia de COVID-19 [3] afectó a estudiantes de diversos países, evidenciando la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos. Esta situación limitó la oportunidad educativa para muchos, en particular para aquellos en contextos de vulnerabilidad.



Figura 1: Clases envivo durante la Pandemia del COVID-19

## Programa #PilandoAndo

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.

#PilandoAndo consiste en una iniciativa en la que jóvenes voluntarios, que, con el respaldo de la empresa privada y la sociedad civil, den clases masivas de diferentes temas, sin embargo, haciendo énfasis en Aritmética, Álgebra y Geometría, generando una intervención directa en el proceso educativo del estudiante.

Es importante reconocer que el modelo de #PilandoAndo consiste en que es una “Intervención Masiva”, es decir, hay una gran cantidad de estudiantes que forman parte de ella, así como hay una gran cantidad de tutores que voluntariamente ceden su tiempo para compartir sus conocimientos de manera gratuita con estos estudiantes en sesiones sabatinas.

Se inicio con un rango etario de estudiantes con 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 aun considerando la situación educativa que estamos atravesando en América Latina.[4]

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  $n = 38 \text{ estudiantes/sesión}$ , entre 15 – 20 de ellos estaban en las edades de 11 – 13 años, 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 [5] 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 estudios realizados por el Ministerio de Educación de la República de Colombia [6] 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 deseara 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).

Bajo el modelo educativo tradicional, se contempla que la Entidad Docente, puede dar clases a N estudiantes, generando de esta manera una relación de 1: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.[7]

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 2: 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 3: Última Sesión de #PilandoAndo en el BioMuseo (27 de febrero de 2020)*

El proyecto continuó de manera virtual con el uso de las redes sociales de 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.

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.

En el año 2023, “#PilandoAndo” realizó nuevamente el programa #PilandoAndoPaLaU, con el apoyo del Canal de Panamá, Multibank y la Universidad Tecnológica de Panamá donde hubo una afluencia de 282 estudiantes que asistieron de forma recurrente a las 4 sesiones planificadas como parte de la estructura de este Proyecto de Investigación.



*Figura 4: Récord Mundial de la Tutoría de Matemáticas más grande del Mundo*



## Hallazgos Cualitativos y Cuantitativos

A partir de una población de  $n = 96$  *estudiantes*, producto de esta tutoría libre y gratuita con el nombre #PilandoAndoPaLaU en el año 2022, se obtuvieron los siguientes resultados:

- 85% de los estudiantes (82 estudiantes) tuvieron puntajes  $\geq 1,000$  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 de 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. [8]

## Modelos de Estilos de Aprendizaje

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.



*Figura 5: Logística de Organización de Estudiantes en #PilandoAndo*

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. [9]

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.

## **Modelos de Aprendizaje y Enseñanza**

A manera de poder determinar ¿Cómo encontraremos un modelo que permita emparejar Estudiantes y Tutores en las Intervenciones Educativas Masivas de la Fundación Ayudinga?, primero tenemos que hacer una serie de definiciones claras, como por ejemplo ¿Por qué estamos hablando de Pedagogía?

El concepto de #PilandoAndo, como fue mencionado anteriormente tiene una clara dirección y enfoque hacia los estudiantes que se encuentran en edades de 10 – 20 años, dado que se busca reforzar una serie de conocimientos base como lo son Aritmética, Álgebra, Geometría, Trigonometría y Funciones Matemáticas.

Sin embargo, lo que nos atañe en este Proyecto de Investigación es evaluar lo acontecido y sus posibilidades futuras en #PilandoAndoPaLaU, una intervención específica que duró 5 semanas en la que se prepararon a estudiantes entre 16 – 21 años para rendir el examen de admisión de las universidades en Panamá.

La Fundación Ayudinga, tiene como su eje principal de desarrollo, la creación de contenidos académicos e intervenciones educativas para estudiantes en las edades anteriormente mencionadas, por lo que debemos saber que nos estamos refiriendo a modelos pedagógicos, en vez de modelos andragógicos.

Para ello, debemos establecer una definición clara de ¿Qué es un Modelo?, para lo que procederemos a utilizar definiciones como las del Dr. Modaldo Tuñón, Catedrático de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Tecnológica de Panamá, quién establece que “Un modelo es una representación física o abstracta de un sistema (grupo de objetos o ideas) que de alguna manera es diferente a su forma original” [10].

Ya una vez conocida la definición de “Modelo”, a continuación, entraremos a ver ¿Qué es un Modelo Pedagógico? Para lo cual debeos conocer que la educación es un fenómeno social, por ende, cualquier modelo pedagógico consiste modelos

inherentes a la misma pedagogía, que es reconocida en el marco de las Ciencias Sociales no solo como un saber, sino que esta se encuentra abierta a objetos de cualquier tipo de crítica ya sea conceptual o de revisión de los conceptos fundamentales sobre la cual esta se encuentra basada[11] .

Para poder lograr el objetivo de esta investigación, debemos realizar una comparativa entre los diferentes Modelos de Estilos de Aprendizaje y Enseñanza que existen, los cuales tienen una base en la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner [12], dado que consideran una concepción de que la misma inteligencia no se puede considerar como un conjunto específico y único de capacidades, sino que es una red de diversos conjuntos de capacidades autónomas, pero que tienen una alta correlación entre sí.

Utilizando esto como una premisa básica, se reconoce que no existe entre los estudiantes, una única e inequívoca forma de aprender, ya que todas las personas tienen maneras diferentes de establecer relaciones como el mundo, generando que las pretensiones que cada uno pueda tener hacia lo que desea aprender sean diferentes.

Conociendo esta realidad, podemos comprender que cada persona puede llegar a desarrollar ciertas disposiciones o preferencias muy específicas, que afectan directamente la forma en la que este aprende [13].

A esto, le podemos llamar Estilos de Aprendizaje y por extensión, también podemos definir que, si todas las personas aprenden de formas diferentes, pues tendrán maneras diferentes de enseñar o transmitir ese conocimiento previamente adquirido hacia los demás.

Por ello, nos enfocaremos en evaluar (4) cuatro Modelos de Estilos de Aprendizaje o Enseñanza que son el Modelo de Kolb, Modelo de Honey & Mumford, Modelo de Felder y Silverman: Índice de Estilos de Aprendizaje y por último el Modelo de

Grasha – Riechmann, con el cuál definiremos ¿Cuál modelo nos permite hacer el emparejamiento aproximado entre estudiantes y tutores?

### **Modelo de Kolb**

David Kolb, profesor de administración de la Universidad de Case Western Reserve, creó un modelo de aprendizaje dirigido al estudiante, directamente relacionado con las experiencias que este percibe [14].

Donde él consideraba que una experiencia es un conjunto de actividades que le permiten al individuo poder aprender y, por ende, establecer un Estilo de Aprendizaje específico en él.

Al momento de desarrollar su modelo, propuso un enfoque bidimensional para comprender dichos Estilos de aprendizaje, específicamente centrados en la percepción por parte del estudiante y la forma en la que este es capaz de procesar el conocimiento o la información.

Para él, el aprendizaje se podía considerar como una consecuencia directa de la manera en la que los individuos perciben y posteriormente procesan la información en el aula de clases [15] o en cualquier otro lugar en el que se desarrolle el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Considerando esto, presentó dos tipos opuestos de percepción:

1. La primera siendo individuos que perciben el aprendizaje a través de una experiencia concreta.
2. La segunda relacionándose a aquellos individuos que son capaces de adoptar una percepción con base en la conceptualización abstracta de conceptos, colocándole un énfasis muy particular a las generalizaciones cognitivas que estos puedan desarrollar.

Cuando este empezó a explorar el procesamiento de la información, encontró tipos igualmente opuestos de procesamiento de la información:

1. Cierta grupo de individuos son capaces de procesar la información a través de la práctica de las implicaciones específicas de situaciones pasadas con la experimentación activa
2. Un segundo grupo de individuos tiene una inclinación directa hacia el procesamiento de la información basado en una observación reflexiva de esta.

### **Tipos de Estilos de Aprendizaje según Kolb**

Al momento de realizar la agrupación de estas dos formas de percibir y las dos formas de procesar la información en individuos, este percibió que una forma de unificarlo era a través de un Modelo de Cuatro Cuadrantes [16], que le permitiese hacer un planteamiento formal de los Estilos de Aprendizaje:

#### **1. Acomodador (Convergente)**

- a. **Percepción:** Experiencia Concreta
- b. **Procesamiento:** Experiencia Activa
- c. **Características:** Estos individuos tienen una tendencia a aprender a través de una experiencia directa que conduzca a una acción específica. Tienen una habilidad especial en las situaciones que requieren un nivel elevado de practicidad y adaptación al cambio, por lo que sus acciones están basadas en sus instintos.

#### **2. Divergente**

- a. **Percepción:** Experiencia Concreta
- b. **Procesamiento:** Observación Reflexiva
- c. **Características:** Los individuos que cuentan con este Estilo de Aprendizaje tienen la peculiaridad de ser una fuente de generación de ideas, observando las situaciones que se les presentan de todas las perspectivas que se les sean posibles. Estos prefieren dedicarse

a la observación de los hechos antes de actuar, dado que, a partir de ello, pueden recabar información y con su imaginación, pueden establecer propuestas de solución a los problemas

### 3. **Asimilador**

- a. **Percepción:** Conceptualización Abstracta
- b. **Procesamiento:** Observación Reflexiva
- c. **Características:** Los individuos requieren que la información que estos reciben posea una explicación clara y lógica, altamente formalista antes de observarle un enfoque práctico a la misma. Tienden a estar más preocupados por la abstracción de conceptos e ideas que por las personas a su alrededor. Presentan una clara preferencia hacia la teoría antes que la aplicación práctica de esta.

### 4. **Convergente**

- a. **Percepción:** Conceptualización Abstracta
- b. **Procesamiento:** Experimentación Activa
- c. **Características:** Los individuos tienden a ser buenos en solucionar problemas a través de la aplicación de sus ideas. Sin embargo, estos son más atraídos por aquellas tareas técnicas y los problemas más específicos, que por aquellas cuestiones de índole social y las relaciones interpersonales con otros individuos.

Cada uno de estos Estilos de Aprendizaje planteados por Kolb, muestra una combinatoria única de las formas en las que estos perciben y procesan la información. De igual manera, se reconoce que ninguno de los Estilos de Aprendizaje planteados por Kolb es mejor o peor que el otro.

La efectividad de estos dependerá específicamente del tiempo, espacio y momento en el que el individuo se encuentre.

Al ser este un modelo bidimensional, basado en dos tipos de percepción y dos tipos de procesamiento de la información, puede ser modelado matemáticamente

como un 2!, dado que como fue demostrado; su agrupación genera el resultado de la operación matemática anteriormente mencionada, 4 Estilos de Aprendizaje.

<b>Dimensiones del Aprendizaje</b>	
<b>Percepción de la Información</b>	<b>Procesamiento de la Información</b>
Por Experiencias concretas	Por Experiencias Activas
Por Conceptualización Abstracta	Por Observación Reflexiva

*Tabla 1: Dimensiones del Aprendizaje según Kolb*

El mecanismo utilizado por Kolb para obtener la información por parte de los individuos para determinar su Estilo de Aprendizaje ha sido planteado en la prueba de Kolb para Estilos de Aprendizaje [17], el cual mantiene un alto nivel de relevancia hoy en día.

Sin embargo, se limita a analizar la dimensión del Estudiante como individuo, no considera al Docente o Tutor que le transmita estos conocimientos.

En consideración de esto, en el marco de la consigna de Emparejamiento de Estudiantes y Tutores, al no tener información sobre el Estilo de Enseñanza de los segundos, no podemos elaborar un modelo matemático que permita correlacionar cada uno de estos conjuntos.

Por ende, se toma la decisión de descartarlo en este Proyecto de Investigación.

### **Modelo de Honey y Mumford**

Peter Honey y Alan Mumford, profesores de la Universidad de Leicester [18] fueron los creadores de este modelo con una fuerte base en el trabajo realizado por David Kolb, quién fue el proponente de la idea del aprendizaje mediante experiencias.



Su modelo es ampliamente utilizado en el ámbito empresarial, donde muchas especialistas en recursos humanos buscan diseñar estrategias de capacitación para sus colaboradores y al desconocer la forma en la que estos aprenden, pueden terminar pagando por capacitaciones con baja efectividad en la formación de sus colaboradores.

Honey & Mumford plantearon que los estilos de aprendizaje se basan en el enfoque que tenemos hacia la manera en la que nosotros como individuos aprendamos.

Estos recomiendan fervientemente que, para poder maximizar nuestro aprendizaje, comprendamos los estilos del resto de las personas a las que formamos, siendo esta una pequeña aproximación al Estilo de Enseñanza que es inherente a un individuo.

Los Estilos de Aprendizaje planteados se basan en que cada individuo decide de forma natural y estos recomiendan, que a manera de que se optimice el aprendizaje individual, los individuos deberían entender a fondo su Estilo de Aprendizaje y tratar de encontrar oportunidades que permitan maximizar el su aprendizaje usando el estilo previamente detectado.

A continuación, presentaremos cada uno de los Estilos de Aprendizaje detectados por Honey & Mumford:

### **Tipos de Estilos de Aprendizaje según Honey & Mumford**

Los Estilos de Aprendizaje principales que estos detectaron a partir de la aplicación del LSQ son:

#### **1. Activista (Activo)**

- a. **Características:** Los estudiantes activistas se encuentran dispuestos a vivir nuevas experiencias sumergiéndose completamente en cualquier tarea que estos se encuentren realizando. Su preferencia de aprendizaje se basa en la experiencia directa y aprender a través de la práctica. Tienden a tener una mente abierta y no se encuentran exceptivos ante circunstancias nuevas. Estos actúan primero y luego consideran las consecuencias de sus acciones, viven del presente únicamente.
- b. **Ámbito Educativo:** Estos aprenden mejor cuando se encuentran involucrados en actividades de corta duración, como pueden ser los ejercicios en equipo, los cuales pueden durar únicamente una sesión de clases. Tienden a estar constantemente buscando la retroalimentación de sus compañeros y por ende están cómodos al enfrentarse a una tarea compleja y desafiante.

## **2. Reflexivo (Pensador)**

- a. **Características:** Los estudiantes reflexivos observan cada uno de los posibles escenarios antes de llegar a una conclusión definitiva. Consideran todo lo que pueda suceder, las opciones que se encuentran disponibles y los ángulos desde los que se puede abordar un problema antes de tomar cualquier tipo de decisión. Tienden a tener un bajo perfil al momento de tener discusiones, prefieren observar el entorno y escuchar las opiniones de los demás.
- b. **Ámbito Educativo:** Estos aprenden mejor al momento que tienen la oportunidad de observar y pensar en cada detalle sobre cualquier evento que haya acaecido. Revisan constantemente lo que han hecho, a manera de poder reflexionar sobre ello, analizando la experiencia. Prefieren la aplicación de tareas en las que puedan tomarse su debido tiempo para considerar todas las opciones disponibles.

## **3. Teórico (Conceptual)**

- a. **Características:** Los estudiantes teóricos se encargan de buscar la lógica y la teoría que define cualquier pieza de información o concepto que se les presente. Por ende, estos tienden a utilizar los problemas para pensar paso a paso con un claro perfeccionismo. Su interés en el detalle los lleva a analizar cada punto y sintetizarlo, adoptando un enfoque secuencial en cualquier tipo de tarea que se les sea asignada.
- b. **Ámbito Educativo:** Estos aprenden de una mejor forma cuando la información es presentada sistemática y lógicamente, ya que prefieren el aprendizaje con una estructura y orden claramente definidos. Son más abiertos a trabajar bajo el modelo de enseñanza – aprendizaje tradicional, como por ejemplo “Clases Magistrales, Exposiciones o Conferencias”.

#### 4. **Pragmático (Práctico)**

- a. **Características:** Los estudiantes pragmáticos se enfocan en buscar resultados probando nuevas teorías, técnicas a ideas con el objetivo de validar si estas funcionan en un entorno práctico. Están orientados a ser realistas y a tomar acción a buscar las soluciones ante los problemas, tomando decisiones rápidamente.
- b. **Ámbito Educativo:** Estos aprenden de una mejor forma cuando ven sus conocimientos aplicados a situaciones de la vida real. Tienden a apreciar a un Experto en la materia, siendo menos receptivos hacia las teorías e ideas que no tienen ningún tipo de aplicación práctica. Les gusta aprender mediante la experimentación en el laboratorio.

Para ello, estos diseñaron una prueba psicométrica denominada LSQ [19] (Siglas en inglés para Learning Styles Questionnaire) con una recomendación a que esta sea aplicada a individuos mayores de 16 años debido a la profundidad de las consignas que este plantea.

La limitante en el análisis que Honey & Mumford plantean en el LSQ es que no existe un límite específico de tiempo [20] para contestarlo, tampoco existen ningún tipo de respuestas correctas y erróneas (Similar a cualquier otro tipo de pruebas sicométricas).

Empero, su enfoque binario para responder las consignas que le son planteadas al individuo, en dónde si este se encuentra de acuerdo con lo planteado, debe marcar un (+) positivo, sin embargo, en caso de encontrarse en desacuerdo, este debe contestar con un (-) negativo. Lo que impide explorar los diferentes tamices y la multi dimensionalidad que los Estilos de Aprendizaje de un individuo.

Ahora que hemos analizado a profundidad el Modelo de Kolb, debemos reconocer que este únicamente se centra en el Conjunto de Estudiantes, a través de definir los Estilos de Aprendizaje de estos. No contamos con ninguna medición psicométrica a través de la cual podamos obtener el Estilo de Enseñanza de un Docente o Tutor.

Reconociendo esto, debemos descartar dicho modelo dentro de las posibilidades de utilizar sus pruebas psicométricas para emparejar a estudiantes y tutores, dado que no contamos con información o al menos una tabla de equivalencias entre ambos modelos.

### **Modelo de Felder & Silverman: Índice de Estilos de Aprendizaje**

Una contraposición a los modelos de estilos de aprendizaje planteados con anterioridad es el expresado por Richard M. Felder y Linda K. Silverman a través de dos razones fundamentales: comprender las diferencias de estilos de aprendizaje entre los estudiantes de ingeniería, de manera que se les proporcionase esa información a sus docentes con el objetivo de desarrollar estrategias pedagógicas que permitan abordar las necesidades específicas de estos [21].

Estos mencionan que el aprendizaje dentro de un entorno educativo es un proceso que cuenta con dos etapas, las cuales implican la recepción y el procesamiento de cualquier tipo de información.

Durante la primera etapa, la de recepción, la información externa, que es percibida por los 5 sentidos del cuerpo humano, mientras que en la segunda etapa que es la de información interna, que es derivada producto de una introspección del individuo, estos seleccionarán aquel material que procesarán como información y descartarán aquel material en el que sienten que no les da algún tipo de valor [22].

### **Índice de Tipos de Aprendizaje según Felder & Silverman**

Su modelo, a través de lo previamente expresado, presenta cuatro dimensiones principales de los Estilos de Aprendizaje, haciendo hincapié en que cada una de ellas poseen dos preferencias opuestas:

#### **1. Percepción de la Información**

- a. **Sensorial:** Los estudiantes están abocados a los hechos, datos y a los procedimientos a través de los cuales puedan experimentar. Resuelven problemas con métodos o algoritmos ampliamente establecidos y con fundamento teórico, demostrando un poco flexibilidad e incomodidad con teorías o abstracciones que no han sido demostradas utilizando el Método Científico.
- b. **Intuitivo:** Tienden a preferir la teoría, de cierta forma son buenos identificando y presentando soluciones a problemas e interrogantes nuevas. Buscan constantemente la innovación y tienen una clara desconfianza hacia los procesos repetitivos.

#### **2. Entrada de la Información**

- a. **Visual:** Estos estudiantes prefieren modelos esquemáticos como gráficos o cualquier forma en la que se pueda representar

visualmente la información, como “Dashboards”. Una vez han visto la información, pueden recordarla mejor.

- b. **Verbal:** Tienden a preferir cualquier tipo de información escrita o hablada con un especial beneficio intelectual de las discusiones o explicaciones en las que se utilice el habla como factor fundamental, mientras que preferirían leer un escrito antes de ver un diagrama.

### 3. Procesamiento de la Información

- a. **Activo:** Los estudiantes aprenden de una forma más holística cuando interactúan directamente con la información, usando como ejemplo las discusiones académicas o dando tutorías a sus pares.
- b. **Reflexivo:** Tienden a preferir pensar sobre la información que se les ha proporcionado de una forma independiente y reflexionan fuertemente sobre ella antes de llegar a cualquier tipo de conclusión.

### 4. Comprensión

- a. **Secuencial:** Estos estudiantes tienen que seguir procesos lógicos y altamente ordenados para entender cualquier tipo de información. Tienden a tener una comprensión fuerte hacia los detalles, siempre y cuando estos hayan sido aprendidos en pasos pequeños con un orden y secuencia ordenada.
- b. **Global:** Tienden a preferir una visión holística a través de la cuál luchan constantemente con entender una información hasta que en un momento lo comprenden. Al ser altamente abiertos en la forma de buscar una solución, tienen dificultades en explicarle a los demás el cómo llegaron a una solución específica a un problema.

Se reconoce el caso de que un estudiante tenga una preferencia específica hacia una dimensión, sin embargo, gran parte de las personas que no se ajustarán en el estricto detalle a una dimensión específica, definiendo de esta manera múltiples características de varios estilos

Nuevamente procedemos a analizar este modelo desde la perspectiva que nos compete en este proyecto de investigación y bien es cierto que cumple con definir los Estilos de Aprendizaje que puede tener un estudiante, empero, Felder & Silverman enfocaron sus esfuerzos en únicamente definir estas 4 dimensiones del aprendizaje.

Esto nos deja sin elementos cuantitativos con los cuales podamos correlacionar el Estilo de Enseñanza que llega a tener un Docente o Tutor, ya que se reconoce que cada uno de ellos posee un Estilo de Aprendizaje específico, sin embargo, según el Modelo de Felder & Silverman no podemos aducir que este es directamente equivalente a su Estilo de Enseñanza.

Mencionado esto, descartaremos el Modelo de Felder Silverman, dado que no nos aporta la suficiente información para conseguir un emparejamiento entre estudiantes y tutores en las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga.

### **Modelo de Grasha-Riechmann**

Propuesto por el Dr. Anthony Grasha y la Dra. Sheryl Hruska Riechmann en 1974, se basa en las preferencias de los estudiantes en relación con la interacción con sus compañeros y docentes. Además, refleja la combinación de estilos de aprendizaje que un estudiante puede exhibir. [23]

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 enseñanza-aprendizaje.
2. Percepciones respecto a los compañeros y los tutores.
3. Respuestas ante las estrategias pedagógicas implementadas en el aula.

## Estilos de Aprendizaje de Estudiantes

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. [24]

- **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 aprendizaje basado en proyectos ó Project Based – Learning. [25]

En el Anexo #1 de este Proyecto de Investigación, podrán encontrar el Cuestionario de Estilos de Aprendizaje para los estudiantes, planteado por Grasha-Riechmann.

Dicho cuestionario está compuesto por un total de (60) sesenta preguntas, cada una con una ponderación específica [26]. Presentándonos las siguientes posibles respuestas a cada una de ellas:

1. Totalmente en desacuerdo
2. Parcialmente en desacuerdo
3. Indeciso
4. Parcialmente de acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

El cuestionario identifica seis Estilos de Aprendizaje, y cada estilo se relaciona directamente con un conjunto específico de preguntas:

1. **Independiente:** Preguntas 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49 y 55.
2. **Evitativo:** Preguntas 2, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 44, 50 y 56.
3. **Colaborativo:** Preguntas 3, 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45, 51 y 57.
4. **Dependiente:** Preguntas 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46, 52 y 58.
5. **Competitivo:** Preguntas 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53 y 59.
6. **Participativo:** Preguntas 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54 y 60.

Para determinar cuál estilo de aprendizaje corresponde a cada estudiante, se totalizan los resultados para cada uno de los seis estilos, tomando en cuenta los siguientes valores numéricos para las respuestas como son: Totalmente en desacuerdo (1), Parcialmente en desacuerdo (2), Neutro (3), Parcialmente de acuerdo (4) y Totalmente de acuerdo (5)

Primero, se suman las puntuaciones otorgadas por el estudiante para los diferentes estilos de aprendizaje, considerando las preguntas específicas asociadas a cada estilo. Posteriormente, se calcula el promedio de las respuestas del estudiante para cada estilo.

$$\text{Puntaje del Estilo de Aprendizaje (PSA)} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

*Ecuación 1: Sumatoria del PSA con base en los datos ingresados por el estudiante*

Posterior a ello, se determina aritméticamente un promedio específico, esto de manera que se pueda asignar un Estilo de Aprendizaje a cada estudiante.

$$\text{Promedio del Estilo de Aprendizaje: } \frac{PSA}{6}$$

*Ecuación 2: Cálculo del Estilo de Aprendizaje de un Estudiante*

Grasha – Riechmann también planteó que cada uno de estos Estilos de Aprendizaje se pueden manifestar en intervalos compuestos por tres niveles que son {Bajo, Medio Alto}, los cuales abordaremos posteriormente.

Dichas categorías servirán como indicadores de la predominancia de un estilo particular en el perfil del estudiante. La especificidad de estas categorizaciones será expuesta con mayor detalle en secciones subsiguientes de este Proyecto de Investigación.

Es imperativo subrayar que un estudiante no se asocia exclusivamente con un singular Estilo de Aprendizaje. Al culminar el Cuestionario de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann, se manifestarán múltiples estilos.

Para cada estilo, se computará la media basada en las respuestas otorgadas a las interrogantes correspondientes.

Consecuentemente, se elaborará una tabla organizada en orden decreciente, en la cual el Estilo de Aprendizaje situado en la primera posición será identificado como el dominante, mientras que los subsiguientes serán designados como "Estilos de Aprendizaje Secundarios".

Tomemos, por ejemplo, un estudiante que completó la prueba y obtuvo los siguientes resultados ponderados:

Independiente	Evitativo	Colaborativo	Dependiente	Competitivo	Participativo
5.2	0.8	3.7	4.1	2.6	1.4

*Tabla 2: Simulación de Resultados de Cuestionario de Estilos de Aprendizaje de un Estudiante*

Posteriormente, emplearemos una gráfica de carácter radial para ilustrar los resultados reflejados en la tabla previamente mencionada, previa comprensión de que (1) corresponde a Independiente, (2) se asocia a Evitativo, (3) representa a Colaborativo, (4) está vinculado a Dependiente, (5) designa a Competitivo, y (6) se refiere a Participativo.



*Figura 6: Representación en gráfica radial del Perfil del Estudiante*

Es perceptible en la gráfica que los resultados atribuidos al estudiante para cada uno de los Estilos de Aprendizaje no corresponden a ningún individuo en particular, sino que son valores dentro del rango de  $[0.0 - 6.0]$  generados de manera pseudoaleatoria [27] para simular un resultado de un estudiante que tomó la prueba.

Es imperativo no considerar estos datos como definitivos, puesto que constituyen una representación ilustrativa de la realidad, no una manifestación fiel de la misma.

No obstante, mediante esta gráfica radial, es posible discernir que ningún estudiante carece por completo de rasgos asociados a un Estilo de Aprendizaje específico; sin embargo, es probable que algunos de estos rasgos no se manifiesten de manera tan predominante como otros.

Por tal motivo, se recurre a este mecanismo de representación visual para facilitar una comprensión más precisa de dicha diversidad en los estilos de aprendizaje.

## **Estilos de Enseñanza para Tutores**

De igual forma, los Tutores, los cuales, a partir de la aplicación de Pruebas Psicométricas especializadas, las cuales han sido adaptadas para esta Proyecto de Investigación a manera que se permitan obtener los Estilos de Enseñanza de los Tutores [28] como son planteados del Modelo de Grasha-Riechmann, siendo estos:

- **Experto**

- a. **Descripción:** Como experto, soy una fuente confiable de información y conocimiento en mi área.
- b. **Características:**
  - i. Tengo respuestas a las preguntas y dudas de mis estudiantes.
  - ii. Me esfuerzo por transmitir mi conocimiento de manera clara y concisa.
- c. **Técnicas Pedagógicas Recomendadas:**
  - i. Organizo sesiones donde los estudiantes pueden hacerme preguntas directamente.
  - ii. Realizo mini-conferencias para abordar temas específicos.
  - iii. Proporciono lecturas y recursos adicionales para que los estudiantes profundicen.

- **Autoridad Formal**

- a. **Descripción:** Como Autoridad Formal, valoro la estructura y sigo un plan detallado en mis tutorías.
- b. **Características:**
  - i. Siempre sigo un temario o plan preestablecido.
  - ii. Me aseguro de que cada sesión esté bien organizada y estructurada.
- c. **Técnicas Pedagógicas Recomendadas:**
  - i. Uso esquemas o guías de estudio para mantener a todos en la misma página.

- ii. Realizo pruebas o cuestionarios grupales para evaluar el progreso.
- iii. Mantengo un seguimiento estructurado de los temas que abordamos.

- **Modelo Personal**

- a. **Descripción:** Como tutor personal, me enfoco en el crecimiento individual de cada estudiante.
- b. **Características:**
  - i. Valoro y considero las experiencias y sentimientos de mis estudiantes.
  - ii. Busco que cada uno desarrolle sus habilidades personales y académicas.
- c. **Técnicas Pedagógicas Recomendadas:**
  - i. Fomento discusiones abiertas donde cada estudiante pueda compartir.
  - ii. Propongo actividades de autoevaluación y reflexión.
  - iii. Realizo dinámicas de grupo para que todos compartan y aprendan juntos.

- **Facilitador**

- a. **Descripción:** Como facilitador, guío a mis estudiantes hacia el descubrimiento y aprendizaje autónomo.
- b. **Características:**
  - i. Ayudo a los estudiantes a encontrar sus propias respuestas.
  - ii. Estoy allí para guiarlos, no para darles todas las respuestas.
- c. **Técnicas Pedagógicas Recomendadas:**
  - i. Propongo estudios de caso para que los discutan y analicen en grupo.
  - ii. Fomento proyectos de investigación colaborativos.
  - iii. Utilizo el aprendizaje basado en problemas para que busquen soluciones juntos.

- **Delegador**

- a. **Descripción:** Como - 48 - elegador, confío plenamente en la capacidad de mis estudiantes para dirigir su propio aprendizaje.
- b. **Características:**
  - i. Delego responsabilidades y tareas a los estudiantes.
  - ii. Creo en la autonomía y capacidad de cada uno.
- c. **Técnicas Pedagógicas Recomendadas:**
  - i. Asigno roles específicos a cada miembro del grupo.
  - ii. Propongo proyectos en los que ellos decidan el enfoque y resultados.
  - iii. Fomento presentaciones grupales donde cada uno aporte desde su perspectiva.

Grasha-Riechmann identificaron (5) cinco Estilos de Enseñanza, y cada uno está asociado con un conjunto específico de preguntas que se presenta en su Cuestionario de Estilos de Enseñanza.

Dicho cuestionario, se encuentra diseñado de una forma en el que los valores numéricos almacenados en ciertas preguntas son los que permiten determinar el valor de un Estilo de Enseñanza en escala de [1.0 – 5.0] [26], que son los siguientes:

- 1. **Experto:** Preguntas 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31 y 36.
- 2. **Autoridad Formal:** Preguntas 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32 y 37.
- 3. **Modelo Personal:** Preguntas 3, 8, 13, 18, 23, 28, 33 y 38.
- 4. **Facilitador:** Corresponde a las Preguntas 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34 y 39.
- 5. **Delegador:** Preguntas 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40.

Para determinar el Estilo de Enseñanza predominante de un tutor, es necesario totalizar las respuestas dadas para cada estilo. Las respuestas se ponderan de acuerdo con los siguientes valores numéricos:



1. Totalmente en Desacuerdo (1)
2. Moderadamente en Desacuerdo (2)
3. Indeciso (3)
4. Moderadamente de Acuerdo (4)
5. Totalmente de Acuerdo (5)

Inicialmente, se suman los puntajes proporcionados por el tutor para cada estilo, teniendo en cuenta las preguntas específicas de cada uno. Posteriormente, se calcula el promedio de estas sumas.

A continuación, presentaremos las ecuaciones que permiten obtener la mencionada Medida de Tendencia Central, como lo es el Promedio.

$$\text{Puntaje del Estilo de Enseñanza (PSE)} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

*Ecuación 3: Sumatoria de las respuestas a cada pregunta ingresada por el tutor*

Similar a lo realizado para calcular el Estilo de Aprendizaje de un Estudiante, ahora utilizaremos las puntuaciones otorgadas por el Tutor para los diferentes estilos de enseñanza, considerando las preguntas específicas asociadas a cada estilo.

$$\text{Promedio del Estilo de Aprendizaje: } \frac{PSE}{5}$$

*Ecuación 4: Cálculo del Estilo de Enseñanza de un Tutor (PSE)*

De manera análoga al procedimiento realizado con los estudiantes, se reconoce que, en el caso de los tutores, si bien es cierto que pueden exhibir un estilo de enseñanza dominante, la mecánica de la prueba de Grasha-Riechmann y su análisis ponderado permiten la manifestación de otras aproximaciones correspondientes a diferentes estilos de enseñanza “Secundarios” o “No Dominantes” que un tutor puede manifestar.

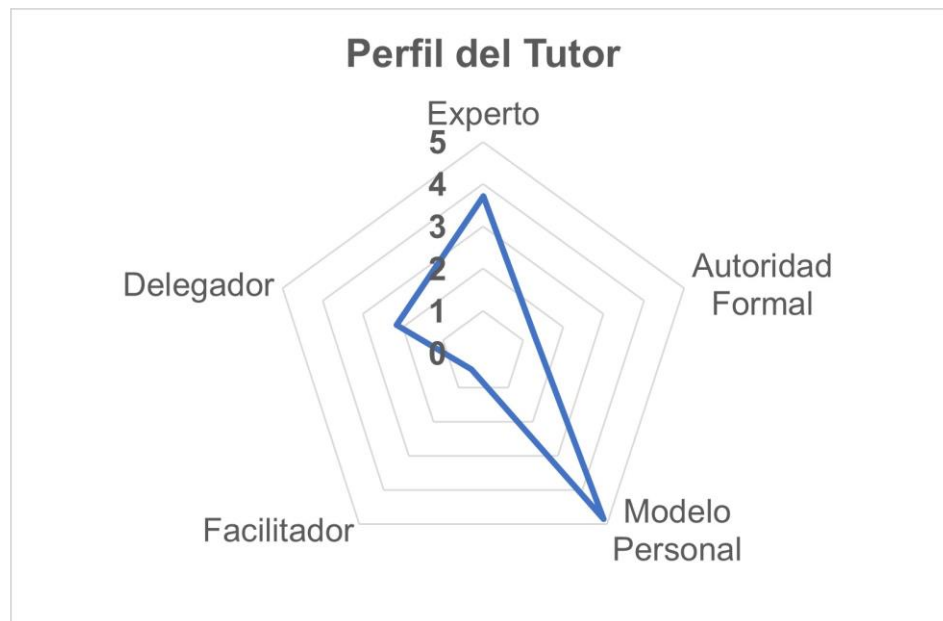
Para ilustrar esto, simularemos un caso en el que un tutor ha completado esta prueba y ha obtenido los siguientes resultados ponderados:

Experto	Autoridad Formal	Modelo Personal	Facilitador	Delegador
3.72	1.29	4.85	0.47	2.16

*Tabla 3: Simulación de Estilos de Enseñanza de un Tutor*

A partir de esta tabla, pudiésemos establecer que para este “Tutor Simulado”, con números pseudo aleatorios en el rango de  $[0.0 - 5.0]$  que existe un Estilo de Enseñanza “Dominante” para este Tutor, que sería el estilo de “Modelo Personal”.

De analizarlo, símil como se hizo con los Estudiantes y sus Estilos de Aprendizaje; obtendremos el hecho ya mencionado que “Todos los tutores tienen un poco de cada uno de los Estilos de Enseñanza que existen”.



*Figura 7: Representación en gráfica radial del Perfil del Tutor*

Con este tipo de gráficas radiales, podemos representar de una manera más abierta la perspectiva del “Espectro de Estilos de Enseñanza”, mencionado por

algunos autores [29] al momento de describir ¿Cómo es un docente?, en nuestro caso Tutor.

Al analizar el Modelo de Grasha-Riechmann, podemos encontrar que cada uno de los Estilos de Aprendizaje de un Estudiante se puede considerar como una dimensión, sucediendo lo mismo con los Estilos de Enseñanza de un Tutor, generando entonces un modelo de 11 (once) dimensiones. En las que encontramos 6 (seis) dimensiones en los Estilos de Aprendizaje de un Estudiante y las 5 (cinco) dimensiones restantes en los Estilos de Enseñanza de un Tutor.

Teniendo esta medida cuantitativa a través de la aplicación de las respectivas pruebas pedagógicas a Estudiantes y Tutores, se considera que este es el Modelo Pedagógico más apto para poder llevar a buen puerto la consigna básica de este Proyecto de Investigación, que es ¿Cómo emparejar Estudiantes con Tutores?

Tomando en cuenta esta decisión tomada, a continuación, profundizaremos más en el Modelo de Grasha-Riechmann para analizar su adaptación al formato de las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga.

### **Adaptación al Formato de #PilandoAndo**

Las descripciones anteriormente mencionadas, serán adaptadas directamente 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 el Canal de Panamá (ACP) durante el receso académico de 2023.



*Figura 8: Sesiones de Tutoría de #PilandoAndo en Verano 2023*

Se buscará asignación más precisa entre estudiantes y tutores, a quienes referiremos como *Conjunto T* y *Conjunto E*, respectivamente.

## Método de Clústers de Estilos

Una vez ya conocemos el origen teórico y práctico de cada uno de los Estilos de Aprendizaje para el *Conjunto E* y los Estilos de Enseñanza para el *Conjunto T*, procederemos a hacer una agrupación en Clústers.

Dicho modelo fue planteado por el Dr. Grasha [30, p. 144] en 1994, donde se estableció que cada uno de los Tutores podían ser agrupados en un determinado “Clúster de Estilos de Enseñanza”.

De esta manera se generaron 4 (cuatro) Clústers, los cuales procederemos a explorar a continuación:

<b>Clúster 1</b>	
<b>Estilo Primario</b>	Experto/Autoridad Formal
<b>Estilo Secundario</b>	Modelo Personal/Facilitador/Delegador

Tabla 4: Clúster 1 de Estilos de Enseñanza

<b>Clúster 2</b>	
<b>Estilo Primario</b>	Experto/Modelo Personal/Autoridad Formal
<b>Estilo Secundario</b>	Facilitador/Delegador

Tabla 5: Clúster 2 de Estilos de Enseñanza

<b>Clúster 3</b>	
<b>Estilo Primario</b>	Experto/Facilitador/Modelo Personal
<b>Estilo Secundario</b>	Autoridad Formal/Delegador

Tabla 6: Clúster 3 de Estilos de Enseñanza

<b>Clúster 4</b>	
<b>Estilo Primario</b>	Experto/Facilitador/Delegador
<b>Estilo Secundario</b>	Autoridad Formal/Modelo Personal

Tabla 7: Clúster 4 de Estilos de Aprendizaje

Buscando establecer una correlación para los Estilos de Enseñanza y los Estilos de Aprendizaje de los estudiantes, en un Análisis realizado en diversas universidades chilenas en 2016 [31], se planteó un “Modelo Integrado” que permitiría establecer un nivel de correlación entre entre estudiantes y tutores.

Con base en un estudio posterior desarrollado por el Dr. Grasha en 1995 [32], se propuso un modelo que se detalla en los siguientes “Clústers Integrados de Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje”.

<b>Clúster Integrado #1</b>	
<b>Estilo de Enseñanza</b>	Experto/Autoridad Formal
<b>Estilo de Aprendizaje</b>	Dependiente/Participativo/Competitivo

Tabla 8: Clúster Integrado #1 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje

<b>Clúster Integrado #2</b>	
<b>Estilo de Enseñanza</b>	Modelo Personal/Experto/Autoridad Formal
<b>Estilo de Aprendizaje</b>	Participativo/Dependiente/Competitivo

Tabla 9: Clúster Integrado #2 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje

<b>Clúster Integrado #3</b>	
<b>Estilo de Enseñanza</b>	Facilitador/Modelo Personal/Experto
<b>Estilo de Aprendizaje</b>	Colaborativo/Participativo/Independiente

Tabla 10: Clúster Integrado #3 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje

<b>Clúster Integrado #4</b>	
<b>Estilo de Enseñanza</b>	Delegador/Facilitador/Experto
<b>Estilo de Aprendizaje</b>	Independiente/Colaborativo/Participativo

Tabla 11:Clúster Integrado #4 entre Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje

La implementación de este método se determinará en función de los resultados obtenidos por los estudiantes al someterse al Inventario de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann.

### **Teoría del Emparejamiento**

Dado que este Proyecto de Investigación tiene como base central realizar un emparejamiento aproximado, debemos conocer ciertos conceptos fundamentales acerca de la teoría del emparejamiento.

Algunos autores [33], podrán definir dicha teoría como la búsqueda de mecanismos de formación de una pareja entre dos conjuntos diferentes indivisibles entre sí, que solo pueden ser emparejados con elementos pertenecientes al conjunto contrario.

Incluso, pudiésemos plantear una definición más sencilla: “Dado los conjuntos X y Y, el emparejamiento resulta en una asignación de los elementos de A hacia los elementos de B, haciendo que cada elemento de A sea emparejado específicamente con un elemento de B y viceversa” [34].

### **Tipos de Emparejamientos**

A priori, se pueden determinar dos tipos de emparejamientos principales [35], los cuales presentaremos a continuación:

1. **Emparejamiento Bilateral:** Elementos de ambos conjuntos tienen sus respectivas preferencias.
2. **Emparejamiento Bilateral:** Solamente los elementos de un conjunto muestran sus preferencias.

Sin embargo, por definición también existen otros tipos de emparejamientos, los cuales se convierten en la base del desarrollo de sus diversos algoritmos, a continuación, los presentamos:

1. **Emparejamiento Perfecto:** Se considerará un emparejamiento perfecto, cuando cada uno de los vértices del grafo se encuentre emparejado, dicho en otras palabras, que este se encuentre conectado directa y exactamente hacia una arista del emparejamiento.

- a. Al hablar de un grafo bipartito, podríamos deducir que cada vértice de los dos conjuntos dentro de él se encuentra emparejado con exactamente un vértice de otro conjunto; sabiendo que no podrán ser vértices del mismo conjunto.

- b. **Formulación Matemática:**

Dados dos conjuntos  $M$  y  $N$  y un emparejamiento al que denominaremos  $P$ :

$$\forall m \in M, \exists n \in N \text{ tal que } (m, n) \in P \text{ y } \forall n \in N, \exists m \in M \text{ tal que } (m, n) \in P$$

Ecuación 5: Modelo Matemático de un Emparejamiento Perfecto

2. **Emparejamiento Máximo:** Se considerará como un emparejamiento máximo, en caso de que no sea posible encontrar algún otro emparejamiento que tenga más aristas. No es condición necesaria y suficiente que todos sus vértices se encuentren emparejados, pero sí se debe garantizar que no sea posible emparejar a más vértices.

- a. **Formulación Matemática:**



Dados dos conjuntos  $M$  y  $N$  y un emparejamiento denominado  $P$ , el emparejamiento  $P$  es máximo si no existe otro emparejamiento  $M'$  tal que

$$|M'| > |M|$$

Ecuación 6: Modelo Matemático del Emparejamiento Máximo

3. **Emparejamiento Estable:** Cuando evaluamos las preferencias individuales de los elementos de un conjunto, se considerará a un emparejamiento como estable si no existen dos elementos que prefieran estar emparejados entre sí, en vez de los emparejamientos que tienen actualmente. No existe razón o motivo alguno para que estos dos elementos rompan el emparejamiento actual para que se emparejen entre sí.

a. **Formulación Matemática:**

Dados dos conjuntos  $M$  y  $N$ , con un conjunto de preferencias  $P$  y un emparejamiento  $X$ , dicho emparejamiento  $X$  será estable en caso de que  $m \in M$  y  $n \in N$  dado que:

- $m$  prefiere a  $n$ , en vez de su emparejamiento actual almacenado en  $X$ .
- $n$  prefiere a  $m$ , en vez de su emparejamiento actual que almacenado en  $X$ .

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?

Dada la consigna que se nos presenta, la cual es directamente un problema de emparejamiento, la Teoría de Grafos es la más adecuada para poder establecer un modelo matemático de ella.

Sin embargo, debemos que entender que cuando nos referimos al emparejamiento, estaremos utilizando un grafo bipartito, donde sus vértices se

pueden dividir en dos conjuntos disjuntos y a su vez, las aristas conectan a dichos vértices de diferentes conjuntos, pero estos no pueden pertenecer al mismo conjunto

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 [36], que es una función matemática que establece una correspondencia uno a uno.

Dado un *Conjunto T* (denominado Tutores) y un *Conjunto E* (denominado Estudiantes), se buscará un emparejamiento aproximado entre los elementos de los Conjuntos basados en los Estilos de Enseñanza para ( $y \in T$ ), así como los Estilos de Aprendizaje para ( $x \in E$ ).

Conociendo esto, no podemos establecer que, por cada Tutor, habrá (1) un Estudiante, ya que eso sería establecer una función biyectiva de notación 1:1, impidiendo de esta manera que un tutor pueda tener más de un estudiante, contradiciendo directamente la definición de dicha función biyectiva.

En el *Conjunto T* (tutores disponibles) y el *Conjunto E* (estudiantes disponibles), no existe una función que establezca esta relación de manera directa.

Al haber formalizado mediante la Teoría del Emparejamiento, que nos encontramos ante un grafo bipartito, procederemos a evaluar dos algoritmos elementales de dicha teoría que son el Algoritmo de Hopcroft-Karp [37] y el Algoritmo de Gale-Shapley, ya que estos son la base para cualquier otro algoritmo que plantee abordar problemas de emparejamiento con grafos bipartitos.

## Algoritmo de Hopcroft-Karp

Propuesto en 1973 por John Hopcroft y Richar Karp, el Algoritmo de Hopcroft-Karp tiene como enfoque la eficiencia y fue diseñado para encontrar el emparejamiento máximo dentro de un grafo bipartito.

Hay un concepto que introdujo Hopcroft-Karp en su algoritmo que es el de Caminos de Aumento [38], el cual consiste en un camino  $n$  que tiene su inicio y fin en los vértices no emparejados de un grafo bipartido y con ello alterna entre las aristas que no se encuentran dentro del emparejamiento y aquellas que sí están.

Su objetivo es mejorar la búsqueda de emparejamientos al encontrar varios caminos de aumento en paralelo, esto le convierte en un algoritmo más eficiente que los tradicionales, como el Gale – Shapley que solamente buscan un camino de aumento por cada iteración que estos tengan, es decir, un enfoque en serie.

### Descripción del Algoritmo

1. **Inicialización:** Se crean dos conjuntos, los cuales denominaremos  $M$  y  $N$ , en los que cada uno de ellos tiene un conjunto específico de preferencias.
2. **Búsqueda en Anchura (BFS) [39]:** A manera de encontrar el camino de aumento que utilizará el algoritmo, se hace una búsqueda en anchura. Para ello, se construirá un árbol de niveles, donde se establece que el nivel 0 (cero) tiene vértices que no han sido emparejados del conjunto de origen, mientras que el nivel 1 (uno) tiene como vértices a aquellos que puedan llegar desde el nivel 0 (cero) hacia una arista que no ha sido emparejada previamente, el nivel 2 (dos) tiene como vértices a aquellos que se pueda llegar desde el nivel 1, usando una arista que ya ha sido emparejada; y de esta manera sucesivamente.
3. **Búsqueda en Profundidad (DFS) [40]:** En caso de que se encuentre un camino de aumento durante la Búsqueda en Anchura o BFS, se utilizará

una búsqueda en la profundidad del grafo bipartito y alternar en su camino de aumento, lo que formalizándolo sería que aristas del emparejamiento actual serán eliminadas y con ello se agregarán las aristas que no han sido emparejadas.

4. **Repetición:** La BFS y DFS se repetirán de forma ilimitada hasta que no se encuentre ningún nuevo tipo camino de aumento.

### Simulación en Pseudocódigo

Supóngase que queremos emparejar a 5 estudiantes (e) con 6 tutores (t); sin embargo, los estudiantes han expresado las siguientes preferencias:

	<b>Primera Opción</b>	<b>Segunda Opción</b>	<b>Tercera Opción</b>	<b>Cuarta Opción</b>	<b>Quinta Opción</b>	<b>Sexta Opción</b>
<b>Estudiante 1</b>	Tutor 2	Tutor 5	Tutor 1	Tutor 3	Tutor 4	Tutor 6
<b>Estudiante 2</b>	Tutor 1	Tutor 2	Tutor 6	Tutor 5	Tutor 3	Tutor 4
<b>Estudiante 3</b>	Tutor 3	Tutor 4	Tutor 5	Tutor 1	Tutor 2	Tutor 6
<b>Estudiante 4</b>	Tutor 4	Tutor 1	Tutor 3	Tutor 2	Tutor 5	Tutor 6
<b>Estudiante 5</b>	Tutor 1	Tutor 4	Tutor 2	Tutor 6	Tutor 3	Tutor 5

Tabla 12: Preferencias de Estudiantes sobre Tutores (Algoritmo de Hopcroft-Karp)

Utilizaremos el Algoritmo de Hopcroft-Karp para desarrollar una simulación en Pseudocódigo del funcionamiento del emparejamiento máximo de este Grafo Bipartito Completo.

*función HopcroftKarp():*

*M = conjunto vacío // Emparejamiento inicial vacío*  
*mientras exista un camino de aumento P usando BFS():*  
     *para cada camino P en caminos de aumento usando DFS():*  
         *alternar el camino P*  
*fin mientras*  
*retornar M*

*función BFS():*  
     *Q = cola vacía*  
     *para cada estudiante e en Estudiantes:*  
         *si e no está emparejado:*  
             *nivel[e] = 0*  
             *encolar e en Q*  
         *sino:*  
             *nivel[e] = infinito*  
     *fin para*  
     *nivel[NULL] = infinito*  
     *mientras Q no esté vacía:*  
         *e = desencolar Q*  
         *para cada tutor t en preferencias[e]:*  
             *si nivel[pareja[t]] == infinito:*  
                 *nivel[pareja[t]] = nivel[e] + 1*  
                 *encolar pareja[t] en Q*  
     *fin mientras*  
     *retornar nivel[NULL] != infinito*

*función DFS(e):*  
     *si e != NULL:*  
         *para cada tutor t en preferencias[e]:*  
             *si nivel[pareja[t]] == nivel[e] + 1 y DFS(pareja[t]):*  
                 *pareja[t] = e*

*pareja[e] = t*  
*retornar verdadero*  
*nivel[e] = infinito*  
*retornar falso*  
*retornar verdadero*

Definiciones esenciales:

- **Estudiantes:** Es el conjunto de estudiantes
- **Preferencias:** Es un diccionario que fue utilizado para mapear a cada estudiante con su respectiva lista de preferencia de tutores.
- **Pareja:** Es una función que retorna el valor del tutor emparejado con un estudiante o viceversa
- **Nivel:** Es un arreglo que almacena los niveles en el árbol BFS.
- **NULL:** Se diseñó como un vértice ficticio para determinar si en efectivo se encontró un posible camino de aumento.

De esto, es importante denotar que a pesar de que los estudiantes definieron sus preferencias al principio, el Algoritmo Hopcroft – Karp no considera las preferencias, por lo que el pseudocódigo previamente planteado en efecto emparejará a los estudiantes y tutores, pero solo se basará en el orden que este encuentre caminos de aumento, no puede garantizar que esto sea igual a las preferencias de los estudiantes.

Como se observó en la simulación teórica anteriormente presentada, al no tener la capacidad de considerar preferencias de alguno de los conjuntos [41], el Algoritmo de Hopcroft-Karp no nos resultará útil para la función de emparejar estudiantes con tutores, basados en sus Estilos de Aprendizaje y Estilos de Enseñanza, por lo que se descarta su uso en este Proyecto de Investigación.

## Algoritmo de Gale - Shapley

El Algoritmo de Gale – Shapley [42] , tiene establece que, al emparejar dos conjuntos, se busca encontrar un emparejamiento que sea estable tomando en cuenta el conjunto de preferencia que tienen cada uno de los elementos de dicho conjunto.

Este nace a partir de la formalización matemática del “Problema de los Matrimonios Estables” [43] que consiste en que se tienen dos grupos conformados por hombres y mujeres.

Siendo los nombres de las mujeres definidos por la siguiente lista  $\{w_1, w_2, w_3, w_4\}$  mientras que los hombres están definidos por la lista  $\{m_1, m_2, m_3, m_4\}$ .

Una definición del problema establece que, dada  $N$  cantidad de hombres con  $N$  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  $\{m_1, m_2\}$ , mientras que también existen dos mujeres  $\{w_1, w_2\}$ . La lista de preferencias para  $m_2$  es  $\{w_1, w_2\}$ , mientras que la lista de preferencias para  $w_1$  es  $\{m_1, m_2\}$  y la lista de preferencias de  $w_2$  es  $\{m_1, m_2\}$ .

El emparejamiento de  $\{\{m_1, m_2\}, \{w_1, w_2\}\}$  no será estable, dado que  $m_1$  y  $w_2$  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  $\{m1, w1\}$  y  $\{m2, w2\}$  es estable.

Dado 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.

### Simulación en Pseudocódigo

A manera de “Juzgar a los dos algoritmos planteados con la misma bara”, presentaremos el mismo caso que utilizamos para simular el Algoritmo de Hopcroft – Karp, solo que alteraremos las preferencias de los estudiantes.

Supóngase que queremos emparejar a 5 estudiantes (e) con 6 tutores (t); sin embargo, los estudiantes han expresado las siguientes preferencias:

	<b>Primera Opción</b>	<b>Segunda Opción</b>	<b>Tercera Opción</b>	<b>Cuarta Opción</b>	<b>Quinta Opción</b>	<b>Sexta Opción</b>
<b>Estudiante 1</b>	Tutor 4	Tutor 1	Tutor 6	Tutor 5	Tutor 3	Tutor 2
<b>Estudiante 2</b>	Tutor 6	Tutor 3	Tutor 4	Tutor 1	Tutor 2	Tutor 5
<b>Estudiante 3</b>	Tutor 2	Tutor 6	Tutor 3	Tutor 4	Tutor 5	Tutor 1
<b>Estudiante 4</b>	Tutor 5	Tutor 2	Tutor 1	Tutor 6	Tutor 4	Tutor 3
<b>Estudiante 5</b>	Tutor 3	Tutor 5	Tutor 2	Tutor 4	Tutor 6	Tutor 1



Tabla 13: Preferencias de Estudiantes sobre Tutores (Algoritmo de Gale-Shapley)

Utilizaremos el Algoritmo de Gale-Shapley para desarrollar una simulación en Pseudocódigo del funcionamiento del emparejamiento máximo de este Grafo Bipartito Completo.

*Inicializar todos los estudiantes y tutores como libres*

*Preferencias:*

*Estudiante 1: [Tutor 4, Tutor 1, Tutor 6, Tutor 5, Tutor 3, Tutor 2]*

*Estudiante 2: [Tutor 6, Tutor 3, Tutor 4, Tutor 1, Tutor 2, Tutor 5]*

*Estudiante 3: [Tutor 2, Tutor 6, Tutor 3, Tutor 4, Tutor 5, Tutor 1]*

*Estudiante 4: [Tutor 5, Tutor 2, Tutor 1, Tutor 6, Tutor 4, Tutor 3]*

*Estudiante 5: [Tutor 3, Tutor 5, Tutor 2, Tutor 4, Tutor 6, Tutor 1]*

*Mientras exista un estudiante libre que aún no ha propuesto a todos los tutores:*

*e = primer estudiante libre*

*t = primer tutor en la lista de preferencias de e al que e aún no ha propuesto*

*Si t está libre:*

*Emparejar e con t*

*Sino:*

*e' = estudiante actualmente emparejado con t*

*Si t prefiere a e sobre e' según las preferencias de los estudiantes:*

*Desemparejar e' de t*

*Emparejar e con t*

*Fin Si*

*Fin Si*

*Marcar que e ya ha propuesto a t*

*Fin Mientras*

*Retornar los emparejamientos*

Como podemos observar, el enfoque utilizado al momento de emparejar a estos dos conjuntos consideró desde un principio declarando a través de arrays, las preferencias de los estudiantes.

De igual manera, se pudo haber incluido las preferencias de los tutores sobre dichos estudiantes y sería más similar a la consigna de este proyecto de investigación, que es el emparejamiento aproximado de estudiantes y tutores en las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga.

Sin embargo, debemos denotar que de ahora en adelante; no nos vamos a referir desde la perspectiva formal matemática a un emparejamiento aproximado, ya que el término correcto sería “Emparejamiento Máximo”.

Se plantea que es aproximado, dado que al ser seres humanos quienes nos darán los datos de manera inicial a través de responder el Cuestionario de Estilos de Aprendizaje y Enseñanza de Grasha-Riechmann, habrá un margen de error que impedirá que todos los estudiantes y tutores puedan ser emparejados.

### **Definición de Conjuntos y Subconjuntos**

Siendo el caso en cuestión de un Estudiante (*Conjunto E*) que tiene una multiplicidad de Tutores (*Conjunto T*) disponibles y se le asignará el óptimo.

Sin embargo, a manera de que podamos abordar esto con lujo de detalle en este Proyecto de Investigación, se convierte en un imperativo matemático; no únicamente analizar y definir los dos conjuntos principales, sino conocer que, dentro de cada uno de ellos, existen dos subconjuntos.

Todos los  $x \in E$  tienen asociados un Subconjunto  $S_e$  en el que se expresan los Estilos de Aprendizaje que se han obtenido a partir de la prueba psicométrica que se les fue aplicada a estos de manera inicial.

Importante mencionar, que independientemente de que un Estilo de Aprendizaje pueda ser más dominante o no para un elemento del *Conjunto E*, esto no eliminará la posibilidad de que *E* tenga a tendencias hacia otros Estilos de Aprendizaje.

Más aun considerando modelos en los que se establecen niveles Bajos, Altos y Medios para cada Estilo de Aprendizaje, pero dicho detalle específico no formará parte del análisis que realizaremos en este Proyecto de Investigación.

De igual forma todos los  $y \in T$  tendrá asociados un Subconjunto  $S_t$  en el que representarán los Estilos de Enseñanza que un tutor puede llegar a tener, siempre tomando en cuenta el estilo dominante.

Importante es desarrollar una Matriz de Preferencias, a la cual llamaremos  $P$ , donde cada una de sus filas represente a un  $x \in E$  y cada columna a un  $y \in T$ , es decir cada fila representa a un Estudiante y cada Columna a un Tutor.

En dicha matriz, existirá un elemento  $P_{ij}$  que indicará el grado de preferencia de un Estudiante  $i$  hacia un tutor  $j$ , basado de esta manera en la compatibilidad que pueda o no existir entre  $S_{ei}$  y  $S_{tj}$ .

## Resumen del Modelo Matemático

### Conjuntos

- $E$ : Conjunto de estudiantes
- $T$ : Conjunto de tutores

### Subconjuntos

- $S_{ei}$ : Subconjunto que representará los estilos de aprendizaje de un estudiante  $i$  perteneciente a  $E$ .
- $S_{tj}$ : Subconjunto que representa los estilos de enseñanza de un tutor  $j$  perteneciente a  $T$ .

### Matriz de Preferencias

- $P$ : Matriz donde cada fila representa a un estudiante en  $E$  y cada columna a un tutor en  $T$ . El elemento  $P_{ij}$  indica el grado de preferencia del estudiante  $i$  hacia el tutor  $j$ , basado en la compatibilidad entre  $S_{ei}$  y  $S_{tj}$ .

## **Capítulo II: Metodología y Diseño del Experimento**

## **Objetivos del Proyecto de Investigación**

### **Objetivo General**

Diseñar y poner a prueba un sistema web basado en los modelos pedagógicos de Estilos de Aprendizaje y Estilos de Enseñanza, así como en la Teoría del Emparejamiento, que facilite un emparejamiento aproximado entre Estudiantes y Tutores en #PilandoAndo, el programa de intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga, maximizando la eficacia de estas.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los diversos modelos pedagógicos en los cuales se establezcan las relaciones en Estilos de Aprendizaje de Estudiantes y Estilos de Enseñanza de Tutores, así como el planteamiento de diversos modelos matemáticos dentro de la Teoría del Emparejamiento.
- Ejecutar un experimento que permita la aplicación de la prueba de la prueba de Inventarios de Estilos de Aprendizaje para los Estudiantes y el Test de Inventarios de Estilos de Enseñanza para los Tutores de un grupo de sesiones de #PilandoAndo
- Desarrollar un sistema web que permita la captación de los datos por parte de los estudiantes y tutores en #PilandoAndo, así como su visualización y creación de grupos de tutorías para los organizadores de esta actividad.
- Desarrollar el Algoritmo de Gale-Shapley para el Emparejamiento Aproximado entre Estudiantes y Tutores tomando en cuenta las disimilitudes entre estos.
- Analizar los resultados obtenidos de la aplicación del Algoritmo de Gale-Shapley en el Emparejamiento Aproximado de Estudiantes y Tutores, a manera de crear el grupo de tutorías aproximado para un Conjunto de Estudiantes y un Tutor.

## **Hipótesis de Investigación**

### **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):**

La aplicación del algoritmo de emparejamiento de Gale-Shapley, basado de igual forma en los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes y los Estilos de Enseñanza de los Tutores, no demostró ninguna diferencia significativa en los emparejamientos aproximados al momento de la creación de grupos de tutoría en las sesiones de #PilandoAndo, comparándolos con emparejamientos aleatorios.

### **Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):**

Al aplicar el Algoritmo de Gale-Shapley sobre los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes y los Estilos de Enseñanza de los Tutores, se producen emparejamientos entre ellos que son más compatibles en comparación con los realizados al azar en las sesiones de #PilandoAndo

### **Hipótesis Alternativa ( $H_2$ ):**

Los emparejamientos producto del Algoritmo Gale-Shapley tienden a contar con una mayor concordancia entre los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes y los Estilos de Enseñanza de los tutores que son dominantes producto de la aplicación de la prueba psicométrica en cuestión, en comparación con los emparejamientos realizados al azar en las sesiones de #PilandoAndo.

### **Hipótesis Alternativa ( $H_3$ ):**

Los emparejamientos que son productos del Algoritmo de Gale-Shapley demuestran una mayor capacidad al maximizar el número de tutores que tienen grupos completos (5-6 estudiantes) basados en la compatibilidad de estilos, comparándolos con los emparejamientos al azar en las sesiones de #PilandoAndo.

### **Hipótesis Alternativa ( $H_4$ )**

Los emparejamientos producto del Algoritmo Gale-Shapley muestran una menor variabilidad en la compatibilidad de estilos de aprendizaje y estilos de enseñanza de tutores cuando es comparado con los emparejamientos al azar en las sesiones de #PilandoAndo.

### **Justificación**

Siendo la educación el pilar fundamental de cualquier nación y el desarrollo de sus individuos y sociedad, la eficacia de esta no solamente depende del contenido impartido, sino de cómo se es impartido y como este es recibido.

Los estilos de aprendizaje y enseñanza son aspectos fundamentales que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que es la concepción tradicional del modelo educativo. Sabiendo que cada individuo tiene una forma única de aprender y otra forma única de enseñar, por lo que la coincidencia entre estos estilos es un factor determinante para el éxito educativo.

#PilandoAndo es una oportunidad de gran valor para los estudiantes que busquen reforzar sus conocimientos en diversas áreas de las matemáticas a través de tutorías libres y gratuitas. Sin embargo, se reconoce que el éxito de estas sesiones no solamente depende del contenido y su calidad como tal, sino también de la relación pedagógica intrínseca que se genera entre el tutor y el estudiante.

Por ello, un emparejamiento adecuado entre ambos podría potenciar la retención y comprensión del conocimiento compartido, mientras que un emparejamiento inadecuado resulta directamente en sesiones ineficaces, ineficientes e incluso contraproducentes para el mismo estudiante.

Dentro de la Teoría del Emparejamiento, hay herramientas matemáticas que pueden utilizarse para optimizar estos emparejamientos. Especialmente, el



Algoritmo de Gale-Shapley ha demostrado a lo largo del tiempo ser eficiente en problemas similares y con ello tiene la capacidad de adaptarse considerando las diferencias entre estilos de aprendizaje y estilos de enseñanza.

Desarrollando un sistema web que facilite la captación y visualización de estos datos, no solamente optimizará el proceso de emparejamiento, sino que permitirá que los organizadores de #PilandoAndo tengan una herramienta de alto valor para el seguimiento y gestión de las sesiones de tutoría.

### **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.

### **Planteamiento de Antecedentes**

Dado que el desarrollo de este Proyecto de Investigación depende directamente de la Calidad de los Datos [44] que se presenten dentro de él, ya que se encuentra directamente acotado y sin margen para el error al tener rígidos modelos matemáticos que determinan la calidad de un posible Emparejamiento Aproximado entre Tutores y Estudiantes, el diseño del experimento desde su fase inicial involucra una serie de elementos teóricos y prácticos que hay que poner en funcionamiento simultáneamente.

Para ello, en las mencionadas “Conversaciones Post-Mórtem” de cada una de las sesiones de #PilandoAndo que la Fundación Ayudinga realiza en conjunto con la Autoridad del Canal de Panamá, se comenzó a conversar sobre ideas de ¿Cómo organizar a los estudiantes en los grupos de tutoría?



*Figura 9 Equipo Logístico de #PilandoAndo*

Los primeros criterios de inclusión y exclusión que se tomaron en cuenta fueron: Edad, Sexo, Nivel Académico, Conocimientos Previos e incluso si el estudiante contaba o no con habilidades especiales.

Siendo este último caso sumamente importante, ya que el Tutor tenía que estar capacitado para poder guiar e instruir efectivamente a este tipo de estudiantes.

Sin embargo, el tema que resultó ser preponderante como un “Concepto que pudiese ser investigado”, fue buscarle el mejor tutor a cada estudiante o el mejor estudiante a cada tutor. Siempre manteniendo la regla de máximo 5-6 estudiantes por grupo de tutoría, a manera de aumentar la efectividad de la intervención.

## **Estadística Descriptiva de los primeros #PilandoAndo**

Desde el año 2020 hasta junio de 2023, la Fundación Ayudinga en colaboración con la Autoridad del Canal de Panamá llevó a cabo 28 sesiones conjuntas bajo el programa #PilandoAndo.

Estas sesiones, en su mayoría, estuvieron orientadas al fortalecimiento de competencias en Aritmética y Álgebra, dirigidas a estudiantes de 5to a 9no grado en la Ciudad de Panamá. Dichas actividades se desarrollaron en las instalaciones del Centro de Capacitaciones Ascanio Arosemena, perteneciente a la Autoridad del Canal de Panamá.

Al abordar la primera edición de #PilandoAndoPaLaU (una subdivisión del programa #PilandoAndo con el propósito de preparar a los estudiantes para las pruebas de admisión de universidades públicas nacionales), se tomó la decisión de sostener encuentros preliminares con los tutores antes de cada sesión.

En estos encuentros, se les proporcionaba una introducción general y se establecían protocolos para la recolección de datos y la identificación de tendencias observadas en los estudiantes.



Figura 10: Primera Edición de #PilandoAndoPaLaU en el año 2023

Posterior a cada sesión, se llevaban a cabo reuniones entre el Equipo de Logística de la Fundación Ayudinga y representantes de la Autoridad del Canal de Panamá, junto con los Tutores Voluntarios. En estas reuniones, los tutores compartían sus "Evaluaciones sobre el desempeño académico de los estudiantes".

Tras concluir las tres sesiones de #PilandoAndoPaLaU realizadas en junio del presente año, y con una muestra representativa de  $n = 147$  *estudiantes*, los tutores reportaron ciertos hallazgos respecto al comportamiento y rendimiento de sus estudiantes, las cuales se presentan a continuación:

1. Dificultades en la Comprensión Lectora al momento de la resolución de Problemas de Aplicación en Álgebra y Aritmética.
2. Problemas en la resolución de cuestiones matemáticas vinculadas a razones y proporciones.
3. Deficiencias en Ley de los Signos, Exponentes, Radicación, Suma y Resta de Fracciones y Cálculo del Mínimo Común Múltiplo (MCM).
4. Tendencia determinística, es decir los estudiantes siempre estaban enfocados en “Buscar cuál es la respuesta correcta, no analizar y comprender el proceso para llegar a encontrarla.

Resaltamos que los tutores nunca fueron instruidos desde un principio para que usasen como factores discriminantes a sus opiniones el Sexo (Masculino o Femenino) del Estudiante, Edad, ni tipo de Colegio del que este provenía.

A pesar de que muchos de los hallazgos mencionados por los tutores son de carácter cualitativo [45], por ende, tienden a la subjetividad; se tiene información cuantitativa de los estudiantes que participaron en la primera edición de #PilandoAndoPaLaU, la cual presentaremos a continuación.

- Edades entre 13-35 años.
  - Edad promedio de 18.05 años entre todos los participantes.

- Moda en la edad de 17 años, lo cual coincide con el hecho de que son estudiantes que están en duodécimo grado aprestos a graduarse de la escuela y empezar su carrera universitaria.
- 72 estudiantes femeninos y 75 estudiantes masculinos
- 95 estudiantes provenientes de colegios públicos (oficiales), mientras que asistieron 52 estudiantes de colegios particulares (privados).

### **Objetivo del Experimento**

Conocer los diferentes Estilos de Aprendizaje que puede tener un Estudiante que asiste a las sesiones de #PilandoAndoPaLaU aplicando la prueba de Grasha-Riechmann.

De igual forma, conocer y medir los diversos Estilos de Enseñanza de un Tutor que asiste voluntariamente a las sesiones de #PilandoAndoPaLaU aplicando la prueba de Grasha-Riechmann.

Posterior a la recolección de los datos con la aplicación de estas dos pruebas, se desarrollará un modelo matemático que permita el emparejamiento aproximado entre tutores y estudiantes con base en sus Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje, respectivamente.

### **Tipo de Experimento**

Este experimento es un estudio exploratorio [46] ya que se plantea obtener una visión holística del problema que se intenta resolver. Esto dado al revisar la literatura proveniente de proyectos de investigación similares, no se observó muchos estudios similares a través de los cuál se planteasen un modelo de emparejamiento de estudiantes y tutores académicos en intervenciones educativas masivas.

Con esto, buscamos familiarizarnos con el fenómeno del Emparejamiento Aproximado aplicando instrumentos de evaluación psicométricos como el Inventario de Estilos de Aprendizaje y Enseñanza de Grasha-Riechmann y obtener datos específicos sobre los Estudiantes y Tutores que permitan desarrollar grupos de tutorías lo más aproximados posibles en las preferencias individualizadas de cada uno de ellos.

Se establece, que si bien es cierto se está realizando la aplicación de una prueba psicométrica, por la naturaleza del mismo que fue mencionada en el Capítulo I de este Proyecto de Investigación; los Estilos de Aprendizaje y Enseñanza de cualquier individuo son variables en función del tiempo, dado que esta es una medición específica de un instante.

Podemos realizar un símil al momento el que se presenta el tiempo meteorológico y el clima en un lugar específico; siendo el primero una medición del momento actual y el segundo el promedio del tiempo atmosférico a lo largo de muchos años.

Dado esto, no podemos establecer que un Estilo de Aprendizaje o Estilo de Enseñanza de un Estudiante o Tutor permanecerá siendo el mismo en cada edición de #Pilando Ando, por lo que consideran a los resultados obtenidos en este Proyecto de Investigación como únicos y que presentarán los cimientos para el desarrollo de un modelo que pueda ser generalizado en futuras intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga; es decir que no se espera un resultado concluyente en el mismo, sino una aproximación a una de las posibles soluciones al problema.

### **Población y Muestra**

Independiente del tipo de estudio que se realice, debemos tomar en cuenta que hay ciertas definiciones que se mantienen de manera constante, una de ellas siendo la población y muestra de los elementos que forman parte del experimento.

Antes de entrar en materia, debemos hacer ciertas acotaciones de conceptos, como la Población [47] que es “Todos los elementos que forman parte del fenómeno definido y altamente delimitado al momento de analizar la consigna de investigación”; así como la Muestra [47] que se puede definir como “Una parte o pequeña cantidad de una población que es representativa de la Población o Universo”.

En el caso de este estudio exploratorio, es importante mencionar que se cuentan con dos poblaciones diferentes:

1. **Población de Estudiantes:** 278 que asistieron a la segunda edición de #PilandoAndoPaLaU.
  - a. De estos, 210 realizaron la Prueba de Inventarios de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann, por lo que se pueden considerar automáticamente como la Muestra.
2. **Población de Tutores:** 66 tutores que formaron parte de forma voluntaria de la segunda edición de #PilandoAndoPaLaU.
  - a. De estos, 60 tutores realizaron la Prueba de Estilos de Enseñanza de Grasha-Riechmann, considerando nuevamente a este dato como la Muestra.

La “Discrepancia” que puede existir entre la Población y Muestra de Estudiantes que realizaron la prueba, de igual forma que con los Tutores se debe a que fue establecido y mencionado abiertamente por medios informáticos como email y mensajería instantánea la voluntariedad de formar parte del Proyecto de Investigación.



Figura 11: Charla de Explicación a Tutores de la Metodología de la prueba de Estilos de Aprendizaje

De igual forma, el mismo fue explicado de manera presencial por parte del autor de este documento a través de una charla en la que se tomaron se les explicó la metodología de este y el uso de los datos con fines académicos, información que se puede encontrar en el Anexo 4 de este documento.

Mencionado esto, enfocaremos el esfuerzo de este Proyecto de Investigación en el estudio exploratorio de los 210 estudiantes y 60 tutores que realizaron la prueba psicométrica anteriormente mencionada, por ende, buscaremos su emparejamiento basado en sus diferentes estilos.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

Para obtener los datos de los 210 estudiantes y tutores se propuso el uso de una plataforma online con desarrollo propio, cuya arquitectura y diseño será abordada a fondo en el Capítulo 3 de este Proyecto de Investigación.





Figura 12: Sistema de Gestión Educativa de #PilandoAndo

Se descartó el uso de sistemas de recolección de datos a través de Formularios como Microsoft Forms o Google Forms, ya que no se podía garantizar el cumplimiento de la Ley 81 de Protección de Datos de 2021 [48] dentro de ellos, cuyas consideraciones legales se pueden encontrar en el Anexo #4 de este documento, titulado: **AUTORIZACIÓN Y CONSENTIMIENTO EXPRESO PARA EL USO DE INFORMACIÓN Y DATOS PERSONALES.**

Este documento se les entregó a todos los participantes del estudio previamente para su lectura, comprensión; así como se mantuvieron canales de comunicación electrónicos (email, mensajería instantánea) y físicos al momento de la aplicación de las mencionadas pruebas, donde estos pudiesen aclarar todas sus dudas con respecto al uso de sus datos con fines académicos y de investigación educativa.

Con lo anteriormente mencionado con respecto al desarrollo de una plataforma online propia para la recolección de datos, esta fue desarrollada basada en los requerimientos y cumplimiento de la mencionada Ley, con la denominación de “Sistema de Gestión Educativa | #PilandoAndo (SGE por sus siglas en español),

donde se almacenarían todos los datos en servidores administrados por la empresa Digital Ocean con ubicación en la Ciudad de Nueva York.

Dicha información fue comentada de manera verbal a todos los participantes de este estudio, a manera de que estos pudiesen formar parte o no del mismo, dejando a decisión propia y voluntaria.



Figura 13: Revisión del la Autorización o Consentimiento por parte de Tutores

En el caso de los Estudiantes, la Autorización y Consentimiento Expreso para el uso de Información y Datos Personales, en el caso de que estos fuesen menores de edad (< 18 años, según la legislación válida en la República de Panamá), dicho documento fue firmado por sus acudientes o tutores (Padres, Madres o Abuelos), de lo contrario no podían participar en el estudio.

Si estos fuesen mayores de edad, pues los firmantes de la autorización fueron ellos mismos en el pleno uso de sus facultades físicas, mentales y sin ejercer ningún tipo de acción coercitiva o penalización por parte de ello, igual caso para

los tutores; sin embargo, con estos últimos todos eran mayores de edad, por lo que no fue necesaria la firma de ninguna persona que estuviese a cargo de su tutela o representación legal.

### **Prueba de Grasha-Riechmann**

Los instrumentos utilizados para obtener el Estilo de Aprendizaje de los Estudiantes, así como el Estilo de Enseñanza de los Tutores fue la Prueba de Grasha-Riechmann, que representa 6 dimensiones de Estilos de Aprendizaje y 5 dimensiones de Estilos de Enseñanza [49], sustentada pedagógicamente por los motivos establecidos en el Capítulo 1 de este Proyecto de Investigación.

**Sobre la Prueba de Estilos de Aprendizaje:** Esta prueba fue desarrollada originalmente por el Dr. Anthony Grasha en el año 1996, sin embargo, la adaptación que se utilizó para este estudio fue la realizada James H. Ford, James M. Robinson y Meg E. Wise en 2016 [50] que fue la aproximación más cercana al objetivo de este estudio de investigación, ya que se consideraba el componente de “Tutor” en vez de “Docente”.

La misma se encontró en el idioma inglés, sin embargo, fue traducida al español por el autor de este Proyecto de Investigación para ser aplicada a los estudiantes.

Se convierte importante mencionar que el Alpha de Cronbach [51] o el coeficiente de consistencia interna de esta prueba se traslado de su adaptación original en inglés a la aplicada en español en este estudio con un valor de 0.89.

La prueba está compuesta por 60 (sesenta) ítems o preguntas con una aplicación de 5 (cinco) puntos Likert [51] para medir el nivel de acuerdo o desacuerdo de cada uno de los estudiantes con respecto a los ítems planteados.

Este cuenta con seis dimensiones en las que se puede definir el Estilo de Aprendizaje de un Estudiante, siendo: Competitivo, Colaborativo, Evitativo, Participante, Dependiente e Independiente.

Cada una de ella cuenta con (10) diez ítems de evaluación en los cuales se estimará un promedio de todos los diferentes estilos y el que se encuentra más cercano al valor máximo que es 5.0, pues se denominará el estilo dominante, el siguiente valor más cercano como el estilo intermedio y el tercer valor más cercano como el estilo menos dominante; a manera de que esta pueda ser integrada con los Clústers de Aprendizaje de los Estudiantes, como fue planteado en el Capítulo I.

**Sobre la Prueba de Estilos de Enseñanza:** Igualmente fue desarrollada por el Dr. Anthony Grasha en el año 1996 y se utilizó la versión original traducida al idioma español por el autor de este Proyecto de Investigación.

La misma posee un Alfa de Cronbach de 0.89, así como se cuenta con 40 ítems o preguntas con una aplicación de 6 (seis) puntos Likert que arrojarán resultados de Estilos de Enseñanza como experto, autoridad formal, modelo personal, facilitador y delegador. Cada uno de estos estilos contiene 8 ítems.

### **Aplicación de la Prueba de Estilos de Enseñanza (Tutor)**

El procedimiento para la determinación del Estilo de Enseñanza de un Tutor consiste en promediar cada una de las respuestas para cada uno de los Estilos y por ende encontrar el dominante, intermedio y menos dominante.

Los Tutores realizaron esta prueba utilizando dispositivos electrónicos como Computadores Personales (Laptops), Teléfonos Inteligentes (Smartphones) y Tablet (Tablets), el cual fue previamente explicado por el autor de este Proyecto

de Investigación sobre todo el procedimiento que tenían que realizar al momento de acceder al Sistema de Gestión Educativa (SGE) de #PilandoAndo.

Se declaró que la realización de la prueba era de carácter totalmente voluntario, por lo que no hubo ningún instrumento de coacción o retaliación hacia los tutores. La prueba se realizó a las 11:30am del sábado 26 de agosto del 2023 de manera coordinada todos los tutores con una duración para responder a cada uno de los ítems de 20 minutos, el cual no fue extendido en ningún momento.



Figura 14: Tutores realizando la prueba de Estilos de Enseñanza en sus dispositivos móviles

Los resultados de esta prueba, así como los datos generales (Nombre y Apellido, Sexo, Edad e Email) fueron almacenados directamente en el Sistema de Gestión Educativa (SGE) de #PilandoAndo.

No se consideró la creación de un usuario con su respectiva contraseña para cada tutor, por lo que solo podían realizar la prueba a través de su correo electrónico y si estos ingresaban sus datos nuevamente tratando de hacer la prueba, el sistema

automáticamente le enviaría al punto en el que quedaron de forma antes de salir de este, evitando de esta manera la duplicación de registros dentro del SGE.

**Cuestionario de Estilos de Enseñanza | Test de Grasha**

Estudiante/Tutor: Tutor | Nombre y Apellido: Johel Batista | Edad: 26 | Sexo: Masculino | Email: johel41@gmail.com

**ENVIAR Y EMPEZAR**

**Cuestionarios de Estilos de Enseñanza - Tutores**

Este test te permite identificar tu enfoque y metodología al enseñar, ofreciéndote detalles para potenciar tus habilidades y adaptarte a las necesidades de tus estudiantes.

¿Quieres continuar con el Cuestionario?

NO SI

Figura 15: Validación del Tutor usando su email a través del SGE

### **Aplicación de la prueba de Estilos de Aprendizaje al Estudiante**

Similar a los tutores, los estudiantes realizaron esta prueba a través del SGE, únicamente que al momento de estos entrar, tenían que seleccionar “Soy Estudiante” lo que les desplegaría automáticamente el Cuestionario de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann, como se muestra a continuación:

**Cuestionarios de Estilos de Aprendizaje | Test de Grasha**

Estudiante/Tutor  
Estudiante ▼

Nombre y Apellido

Edad

Sexo ▼

Email

**ENVIAR Y EMPEZAR**

Cuestionarios de Estilos de Aprendizaje - Estudiantes

Este test te guía hacia la comprensión de cómo procesas y asimilas información, brindándote herramientas para maximizar tu aprendizaje y disfrutar del proceso.

Figura 16: Aplicación en el SGE del Cuestionario de Estilos de Aprendizaje al Estudiante

A todos los 278 estudiantes que asistieron a la Sesión 01 de #PilandoAndoPaLaU el día 02 de septiembre de 2023 se les dividió en tres salones diferentes que por motivos de capacidad y Seguridad Ocupacional en el Centro de Capacitaciones Ascanio Arosemena del Canal de Panamá, se efectuó de esta manera.

Los estudiantes comenzaron la sesión con cada uno de sus tutores desde las 8:30am hasta las 11:00am que fue el momento de aplicación de la prueba de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann.

Dado que los estudiantes se encontraban en diferentes salones y no todos contaban con dispositivos electrónicos, así como acceso a internet, se habilitó una red Wifi especial por parte del Canal de Panamá, así como computadores portátiles para que estos realizasen la prueba.

Para cada uno de los salones, se asignó a un “Aplicador de la Prueba” quién dictó las instrucciones iniciales sobre el uso del (SGE) y el uso de ella, así como se verificó que todos iniciasen simultáneamente con una duración de 30 minutos para que pudiesen responder los 60 ítems que les solicitaba la prueba.

De igual forma como el caso de los tutores se mencionó que la realización de esta prueba era de carácter totalmente voluntario y con fines meramente académicos, a lo cual 68 estudiantes del total de 278 estudiantes decidieron libremente sin la intervención de sus padres o un tutor responsable, no realizar la prueba.

Es importante mencionar, que, en el caso de los estudiantes, todos fueron informados previamente a través del Anexo #4 de este Proyecto de Investigación sobre el Uso de sus Datos y la Política de Privacidad, los cuales directamente una vez respondidos cada uno de los ítems fueron almacenados en tiempo real en la Base de Datos del SGE.

Tampoco se consideró crear un usuario y contraseña específico para los estudiantes, dado que el número específico de estudiantes que fuesen a asistir a estas sesiones de tutoría usualmente se desconoce producto de un porcentaje de “No-Show” [52] o inasistencia del 30% inicialmente confirmado.



Figura 17: Instrucciones Iniciales para la aplicación de la Prueba de Estilos de Aprendizaje



## Diseño del Experimento

Para el desarrollo de este estudio exploratorio, se consideró el trabajo previamente realizado por la Fundación Ayudinga en la primera edición en el año 2023 del programa #PilandoAndoPaLaU; sin embargo, se realizaron las siguientes adaptaciones para asegurar la consistencia de este:

1. La duración de la segunda edición de #PilandoAndoPaLaU fue de 5 (cinco) semanas, en vez de las 3 semanas que se realizó en la primera edición.
  - a. La primera sesión, la cual fue denominada “Sesión #0”, fue directamente orientada a los tutores a forma de capacitarlos en los siguientes temas:
    - i. *Formalismo Académico en las Tutorías Masivas, capacitación dictada por el Ing. Migdonio González; Profesor Universitario y Analista de Datos en el Smithsonian Institute.*
    - ii. *¿Por qué los estudiantes necesitan una guía y no un sabelotodo?, capacitación dictada por la Lic. Diana Landero, Licenciada en Psicopedagogía de la Universidad de Panamá.*
    - iii. *Inclusión Educativa en las Tutorías Masivas, dictada por la Lic. Kathy Davis, Especialista en Manejo de Proyectos Especiales en la Organización Internacional para los Migrantes (OIM) del Sistema de Naciones Unidas.*
  - b. El programa se desarrolló de forma sabatina en horario de 8:30 am – 12:30pm, donde los estudiantes y tutores asistieron voluntariamente.
  - c. El programa de tutorías inició el 25 de agosto con la “Sesión #0” y se extendió hasta el sábado 23 de septiembre, ambas fechas correspondientes al año 2023.
2. Se aumentó el tiempo efectivo de tutorías de 3:00 hrs reloj a 4:00 hrs reloj; esto sugerido por los mismos Estudiantes y Tutores en la primera edición, dado que no se alcanzaba a cubrir por completo el material de estudio para la prueba de admisión PAA, utilizada en las universidades en Panamá como parte de sus Sistemas de Ingreso Universitario.

3. Se estandarizó que todos los Estudiantes y Tutores utilizaran el mismo conjunto de prácticas y materiales de estudio al momento de las tutorías, el cual fue proporcionado por la Dirección de Contenidos de la Fundación Ayudinga con el aval del College Board, institución encargada de la creación y desarrollo de la Prueba PAA.
4. En previa coordinación con el Canal de Panamá, se aumentó la cantidad de estudiantes de 146 en la primera edición de #PilandoAndoPaLaU a 278 (De los cuales solo evaluaremos 210 como parte de este estudio exploratorio), acatando los protocolos de Seguridad Ocupacional establecidos y coordinados previamente con esta institución.



Figura 18: Conferencia denominada "Formalismo Académico en las Tutorías Masivas"

La “Sesión #0” se realizó con el objetivo de preparar a los tutores, los cuales afirmaron que el 20% de ellos son tutores formales, 6% son Profesores en una escuela o superior y el 75% afirmaron que “Le doy clases a mis amigos o conocidos”.

A pesar de que estos contaran con una experiencia previa, se buscó una forma de estandarizar la Metodología de Tutoría en #PilandoAndoPaLaU, que es una

extensión de la Metodología Ayudinga, que a su vez se encuentra basado en el Modelo Educativo AyuEduca2030 [2] de la Fundación Ayudinga.

Es importante reconocer que bien es cierto, no se puede estandarizar al 100% el Estilo de Enseñanza de cada uno de los Tutores (Ya que esto viciaría por completo la aplicación de la prueba), pero con ello se estableció un estándar mínimo para que estos tuviesen conciencia del rol y la responsabilidad que estaban asumiendo.

La convocatoria de tutores se realizó a través de diferentes grupos estudiantiles de la Universidad Tecnológica de Panamá como Alianza Estudiantil, voluntarios profesionales del Canal de Panamá, equipo de la Fundación Ayudinga y voluntarios profesionales de Multibank.

En una evaluación del rango etario de los Tutores, se encontró que el 78% estaban entre los [18 – 22 años], luego un 12% entre los [23 – 30 años] y un 10% en los 30 años en adelante.

Se dio por hecho que todos los tutores contaban con el conocimiento necesario en áreas como Aritmética, Álgebra, Geometría, Trigonometría, Estadística y Probabilidad; por lo que no se aplicó ninguna prueba de evaluación de conocimientos a estos, sino que se les enseñó buenas prácticas y principios básicos al momento de dar una tutoría.

Los tutores declararon previamente su disponibilidad para asistir a las 4 (cuatro) sesiones de tutoría, por lo que ya se conocía, salvo imprevistos de última hora; los tutores que estarían disponibles para una de las cuatro sesiones específicas.

En el caso de los Estudiantes, se realizó una convocatoria masiva a través de medios digitales (Facebook, Instagram y TikTok) en las redes sociales del Canal de Panamá y la Fundación Ayudinga, donde se ofrecían 250 “becas” para formar parte de estas sesiones de tutoría gratuitas y libres, para las que se definió la

disciplina de cola FIFO [53] (Siglas en Inglés para “First Come, First Serve).al momento de la selección de los estudiantes.

**Pilando Ando Universitario**

El Canal de Panamá y la Fundación Ayudinga te invitan a participar del Programa de Preparación Pilando Ando Universitario (UTP).

4 sesiones de Matemáticas, Álgebra, Aritmética y Geometría

**Fecha:** 2, 9, 16 y 23 de septiembre de 2023

**Hora:** 8:30 a.m. - 12:30 p.m.

**Lugar:** Centro de Capacitación Ascanio Arosemena, Balboa.

Regístrate para acceder a una de las 200 becas escaneando el código QR.

Fundación Ayudinga RSE Responsabilidad Social Empresarial CANAL DE PANAMÁ

canaldepanama and ayudinga

El Canal de Panamá y la Fundación Ayudinga te invitan a participar del Programa de Preparación Pilando Ando Universitario

Este programa consta de cuatro sesiones de tutorías en Matemáticas, Álgebra, Aritmética y Geometría en preparación para presentar la Prueba de Aptitudes Académicas (PAA) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), en su componente de razonamiento matemático.

Regístrate para acceder a una de las 200 becas completando el formulario que aparece en la bio de @Ayudinga o escaneando el código QR.

El requisito para obtener el certificado de participación es asistir a las cuatro sesiones.

Fechas: 2, 9, 16 y 23 de septiembre de 2023  
Horas: 8:30 a.m. a 12:30 p.m.  
Lugar: Centro de Capacitación Ascanio Arosemena

analaurav98 Let's go!!!

ycgg10 Hola, al terminar de llenar el formulario y enviarlo, me debe llegar alguna notificación al correo? Gracias :)

alzd26 Solo para los de UTP? Y los de la UP no pueden asistir?

rodrigovaldescadogan Excelente 🍌🍌🍌🍌

ana\_cast20 No se los recomiendo, he tomado clases con ellos y a los tutores le falta preparación.

melodemartinez Las edades para la beca

Liked by batistajahel and 984 others

Figura 19: Anuncio de "PilandoAndoPaLaU" por el Canal de Panamá en la red social Instagram

A la segunda edición del programa #PilandoAndoPaLaU aplicaron 564 personas, por lo que no se pudo atender a todas ellas, sin embargo, se decidió ser un poco laxos debido a la alta demanda que se tuvo de estudiantes, por lo que se escogieron a 300 estudiantes, de los cuales asistieron 278 estudiantes.

## Variables de Estudio

Al momento de definir las variables que vamos a estudiar, primero tenemos que tomar en cuenta el contexto general, incluyendo el tiempo, espacio y momento en

el que se realizó este estudio exploratorio bajo el marco de este Proyecto de Investigación.

Todos los Tutores que asistieron a cada una de las sesiones de #PilandoAndoPaLaU lo hicieron de manera totalmente voluntaria, donando su tiempo y conocimientos al proyecto en sí, de igual manera como los estudiantes asistieron voluntariamente a las tutorías realizadas entre la Fundación Ayudinga y el Canal de Panamá en el periodo sabatino del 25 de agosto (tutores) al 23 de septiembre del año 2023.

Por ende, debemos considerar el dato de que no todos los mismos tutores asistieron a todas las sesiones por motivos como diversos compromisos, disponibilidad declarada previamente antes del inicio de las sesiones o en sus defectos circunstancias que hayan sucedido “De último momento” e incluso en algunos casos, los Tutores solamente asistieron a la Sesión #0 que fue en la que se aplicó la Prueba de Grasha-Riechmann.

De esta forma no se pueden considerar como elementos continuos al momento de la definición de variables, es una mera exploración que tendrá resultados aproximados para querer conocer sus Estilos de Aprendizaje mediante la aplicación de la prueba de Grasha-Riechmann para el fin antes mencionado.

A continuación, presentaremos una gráfica en la que se puede mostrar la asistencia de los tutores a lo largo de las 5 sesiones realizadas de #PilandoAndoPaLaU:

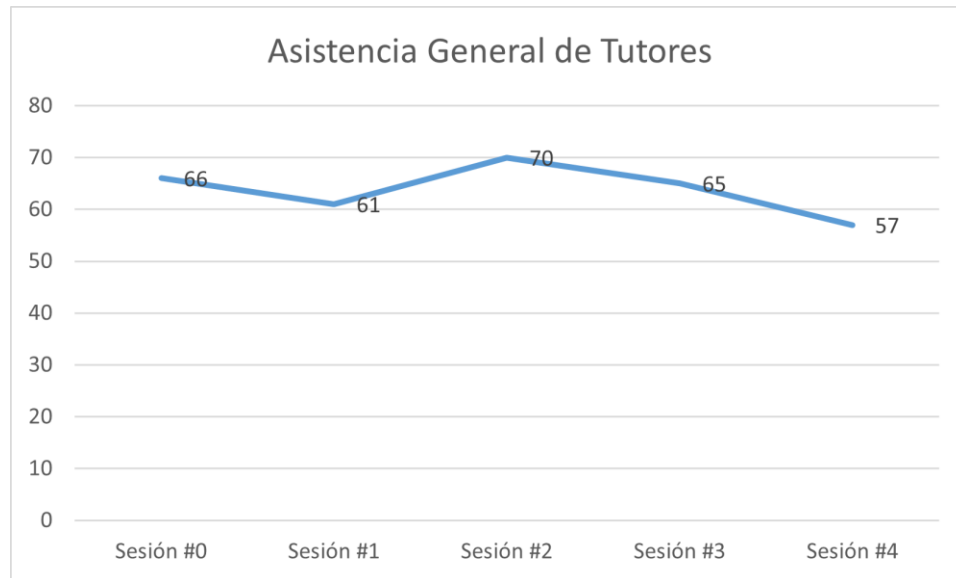


Figura 20: Asistencia General de Tutores a través de las 5 sesiones de #PilandoAndoPaLaU

De igual forma, se llevó un control específico acerca de los tutores que en efecto realizaron la prueba de Estilos de Enseñanza de Grasha-Riechmann y su asistencia a las 5 sesiones de #PilandoAndo, gráfico que se muestra a continuación:

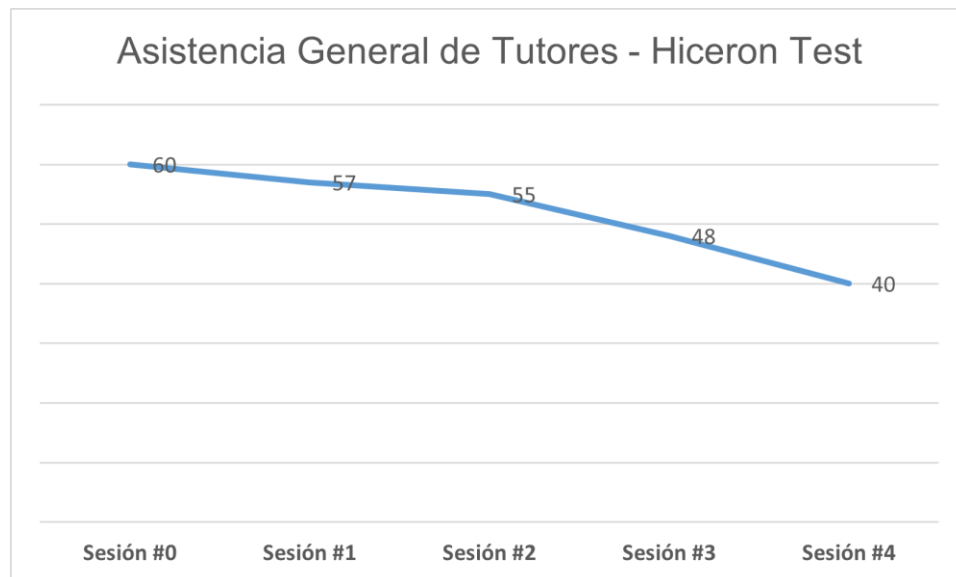


Figura 21: Asistencia General de Tutores a las 5 sesiones de #PilandoAndoPaLaU que realizaron la prueba de Estilos de Enseñanza de Grasha-Riechmann

Se debe mencionar, que en este estudio exploratorio no evaluaremos la divergencia que existe entre la asistencia general de tutores a lo largo de #PilandoAndoPaLaU vs. la asistencia general de tutores que realizaron la prueba de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann, dado que esto generaría un análisis no determinístico al momento en el que se realizaría el emparejamiento entre estudiantes y tutores.

Se tendrían que utilizar distribuciones probabilísticas para poder determinar una aproximación en efecto de la inasistencia o no de los tutores que realizaron la prueba, por lo que establecemos que la variable de Estilos de Enseñanza de un Tutor será determinística, por lo que se utilizarán estadísticos descriptivos.

Mencionamos para el caso de los Estudiantes, se dio un comportamiento similar al de los Tutores, en el que no todos los estudiantes que asistieron a la Sesión #1 de #PilandoAndoPaLaU que realizaron la prueba de Estilos de Aprendizaje de Grasha - Riechmann, continuaron asistiendo a las demás sesiones.

A continuación, presentaremos la asistencia general de estudiantes a las 4 sesiones (Únicamente sesiones de tutoría) de #PilandoAndoPaLaU:

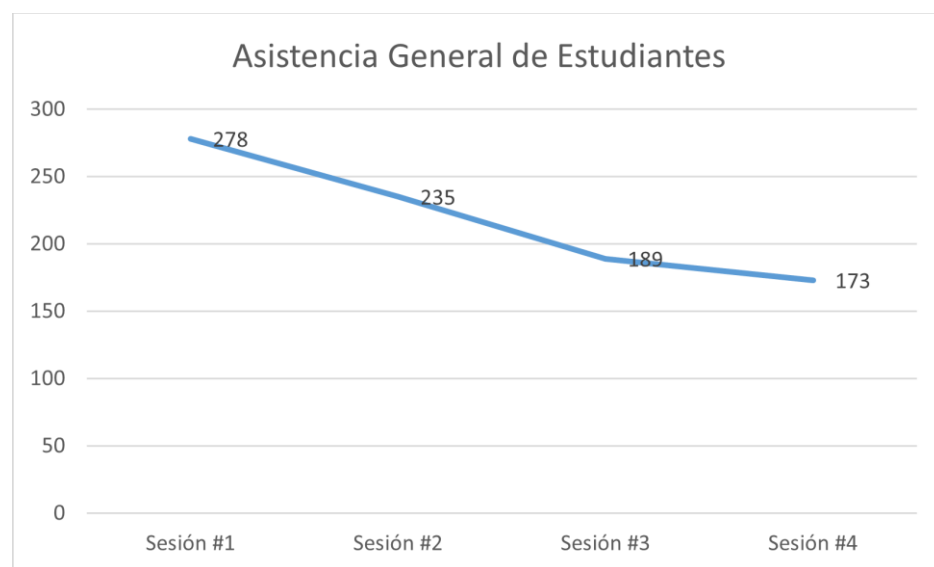


Figura 22: Asistencia General de Estudiantes a las 4 Sesiones de #PilandoAndoPaLaU

Dado a los registros llevados de los estudiantes que asistieron a cada una de las tutorías, así como conociendo que en la Sesión #1 fue que realizó la prueba de Grasha para Estilos de Aprendizaje, podemos hacer la comparativa de la Asistencia General de Estudiantes, si ellos hicieron la mencionada prueba.

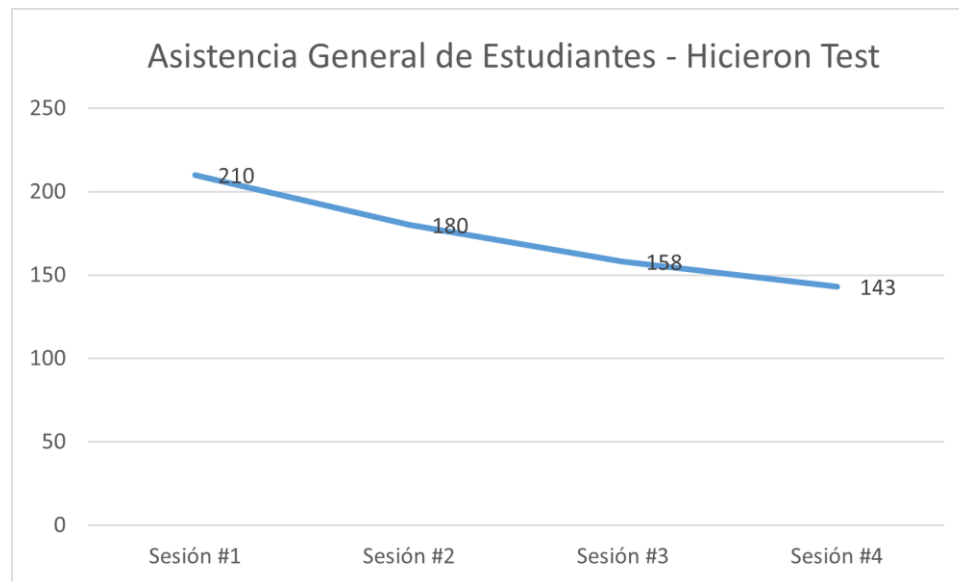


Figura 23: Asistencia General de Estudiantes a las 4 sesiones de #PilandoAndoPaLaU que realizaron la prueba de Estilos de Aprendizaje de Grasha-Riechmann

En consideración de lo anteriormente planteado, se declara que las variables que serán objeto de este estudio de investigación serán: Estilos de Enseñanza del Tutor (Determinístico, tipo numérico), así como Estilo de Aprendizaje del Estudiante (Determinístico, tipo numérico)

Cierto es que tampoco podemos obviar datos o hallazgos que hayan resultado producto de la realización de esta investigación exploratoria, sin embargo, estas no serán parte del modelo matemático que se debe elaborar para desarrollar el objetivo final de este proyecto de investigación que es el emparejamiento aproximado entre estudiantes y tutores en las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga.



## Análisis de Resultados

Una vez los tutores como los estudiantes realizaban las ya mencionadas pruebas en el SGE de #PilandoAndo, un usuario de tipo administrador accedía a este para obtener los datos provenientes del mismo, ya sea en formato CSV (Comma Separated Value), copiarlos o imprimirlos directamente.

A continuación, se mostrará el Panel de Administración del SGE de #PilandoAndo con el usuario administrador *jbatista*, en donde se pueden acceder a cada uno de los registros en tiempo real, una vez que el tutor o el estudiante realiza la prueba de Grasha-Riechmann.

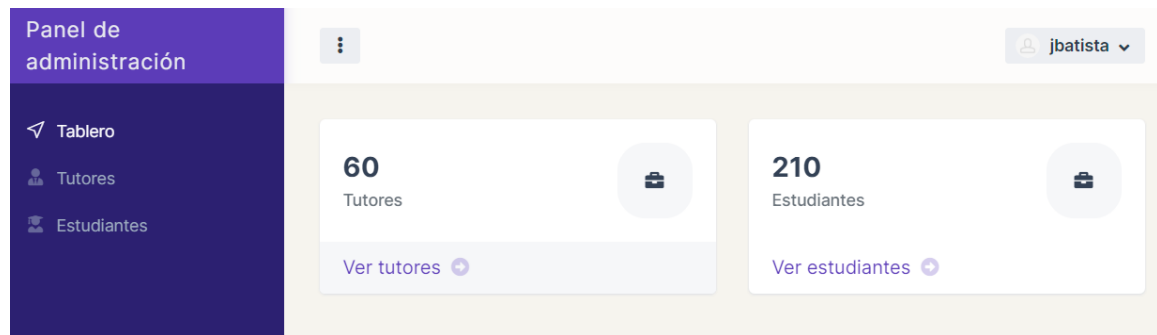


Figura 24: Panel de Administración del SGE de #PilandoAndo

Los datos numéricos sobre la cantidad de tutores que realizaron la prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Enseñanza, así como la cantidad de estudiantes que hicieron la Prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Enseñanza es un valor que se actualiza en conformidad se vaya utilizando el sistema.

Esto permitió que se pudiese realizar una contraposición entre la cantidad de Tutores que se encontraban presentes en la Sesión #0 que fue donde se les aplicó la prueba vs. la cantidad de tutores que en efecto la hicieron, que como ya ha sido mencionado anteriormente, de una muestra de 66 tutores en dicha sesión, 6

tutores voluntariamente no hicieron la prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Enseñanza.

ACCIÓN	ÍNDICE	NOMBRE	EMAIL	EDAD	SEXO	ESTILO DE ENSEÑANZA
Eliminar	1	[Redacted]	[Redacted]			
Eliminar	2	[Redacted]	[Redacted]			Mc Pe
Eliminar	3	[Redacted]	[Redacted]			Fa
Eliminar	4	[Redacted]	[Redacted]			Ex
Eliminar	5	[Redacted]	[Redacted]			Mc Pe

Figura 25: Resultados de la Prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Enseñanza aplicada a Tutores en el SGE

## Perfil Demográfico de los Tutores

Aunque no sean variables concomitantes en este estudio exploratorio, se convierte relevante en conocer información adicional acerca de características específicas sobre los Tutores que realizaron la prueba ( $n = 60$  tutores).

Perfil Demográfico		Cantidad (n)	Porcentaje (%)
Sexo			
	Masculino	41	68.33
	Femenino	19	31.67
Rango Etario			

<b>18 – 20 años</b>	26	43.33
<b>21 – 23 años</b>	24	40.00
<b>24 – 26 años</b>	2	3.33
<b>Más de 27 años</b>	14	23.33

Tabla 14: Perfil Demográfico de los Tutores

A pesar de que se les solicitó el correo electrónico para que posteriormente hecha la evaluación le pudiesen llegar los resultados, esto no es un dato que sea relevante indagar, dado que no le aporta ningún valor agregado a este estudio.

### **Análisis Descriptivo de los Tutores**

Nuestro menester será analizar los Estilos de Enseñanza de los Tutores, por lo que primero definiremos el resultado completo, que es la única variable de tipo determinística y numérica que evaluaremos como parte de este estudio exploratorio y de forma adicional, los desglosaremos a nivel de rangos etarios y sexo del tutor.

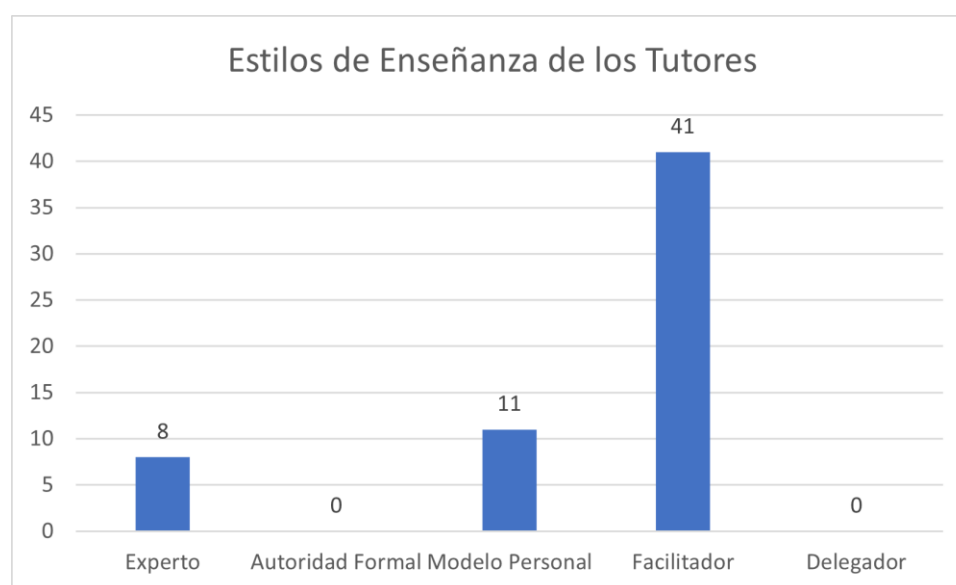


Figura 26: Estilos de Enseñanza de los Tutores en #PilandoAndoPaLaU

Cuando analizamos este gráfico de barras, observamos una moda definida hacia el Estilo de Enseñanza “Facilitador”, dado que, a partir de una muestra de 60 tutores, 41 obtuvieron este Estilo de Enseñanza. De igual manera, surge como pregunta de investigación ¿Por qué no ningún tutor tuvo estilo de Autoridad Formal o Delegador?

Para responderla o generar una aproximación a una respuesta de ella, debemos conocer la naturaleza expresada en los antecedentes de este Proyecto de Investigación, donde fue denotado que el concepto “#PilandoAndoPaLaU” surge como un esfuerzo en el que el tutor dona su tiempo y conocimiento a otros estudiantes de forma voluntaria y sin ningún tipo de coacción.

Llevando a que presenten “Estilos de Enseñanza” en los que ellos se consideren más parte del proceso, como fue denotado como el “Facilitador” o quieran inspirar a otras personas en la enseñanza aprendizaje como lo es el “Modelo Personal”, en comparación a otros Estilos de Enseñanza como una Autoridad Formal que se caracteriza por su personalidad y carácter estricto, así como un Delegador que tiene como principal característica que este deja su labor asignada a otras personas a través de trabajos grupales en los que este solo actúa como guía.

A continuación, procederemos a hacer una comparativa entre los diferentes rangos etarios previamente declarados y sus Estilos de Enseñanza. Importante hay que señalar que para cada uno de los rangos etarios se presentará la cantidad de Tutores que pertenecen al mismo a manera de calcular los porcentajes, ya que se considerará a ese rango etario como parte de un único conjunto.

Rango Etario	Estilo de Enseñanza	Porcentaje (%)
<b>18 – 20 años (26/60 tutores)</b>	Experto	7.69
	Autoridad Formal	0.00
	Modelo Personal	3.85
	Facilitador	88.46

	Delegador	0.00
<b>21-23 años (24/60 tutores)</b>	Experto	20.83
	Autoridad Formal	0.00
	Modelo Personal	33.33
	Facilitador	45.83
	Delegador	0.00
<b>24 – 26 años (2/60 tutores)</b>	Experto	50.00
	Autoridad Formal	0.00
	Modelo Personal	0.00
	Facilitador	50.00
	Delegador	0
<b>Más de 27 años (8/60 tutores)</b>	Experto	0.00
	Autoridad Formal	0.00
	Modelo Personal	25.00
	Facilitador	75.00
	Delegador	0.00

Tabla 15: Desglose por Rangos Etarios de Estilos de Enseñanza en Tutores

Un hallazgo de la tabla anteriormente presentada es que el rango etario que presenta mayor variedad entre los Estilos de Enseñanza de los Tutores es el que compete a los 21-23 años (24/60 tutores), ya que se tiene el 20.83% de los Tutores como “Experto”, 0.00% como “Autoridad Formal”, 33.33% como “Modelo Personal”, 45.83% como “Facilitador” y 0.00% como Delegador.

De igual forma, analizaremos los Estilos de Enseñanza de los Tutores con relación al Sexo sin considerar el rango etario que fue planteado anteriormente.

Sexo	Estilos de Enseñanza	Porcentaje (%)
<b>Femenino</b>	Experto	5.26
	Autoridad Formal	0.00
	Modelo Personal	15.79
	Facilitador	78.95
	Delegador	0.00

Tabla 16: Distribución porcentual en sexo femenino de los Estilos de Enseñanza de los Tutores

Para una mejor presentación de estos datos, serán mostraremos a través de una gráfica de pastel en la que se verán los Estilos de Enseñanza y su distribución porcentual.

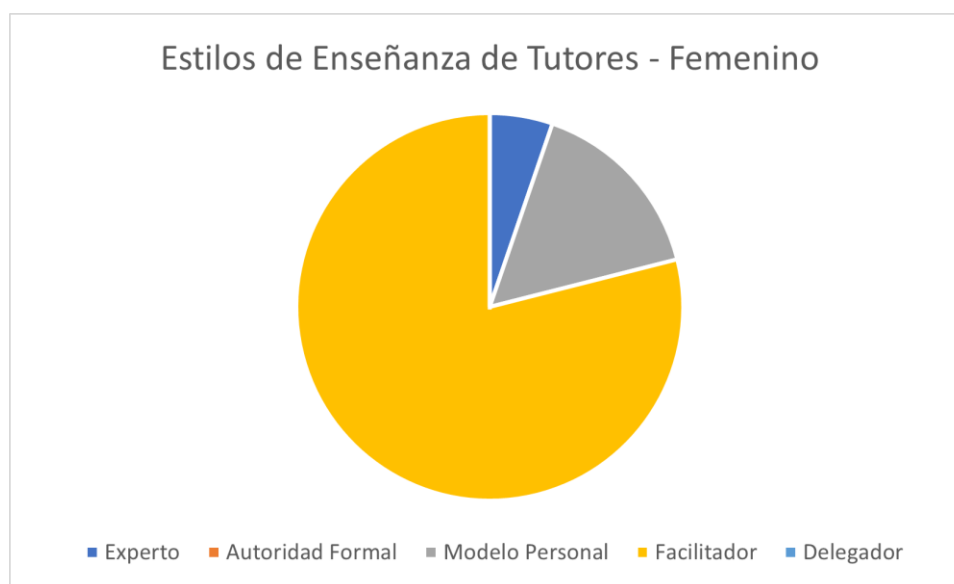


Figura 27: Representación Gráfica de los Estilos de Enseñanza de los Tutores por Sexo (Femenino)

Usaremos el mismo análisis para los tutores cuyo sexo es Masculino.

Sexo	Estilos de Enseñanza	Porcentaje (%)
<b>Masculino</b>	Experto	17.07
	Autoridad Formal	0.00
	Modelo Personal	19.51

	Facilitador	63.41
	Delegador	0.00

Tabla 17: Distribución porcentual en sexo masculino de los Estilos de Enseñanza de los Tutores

De igual forma, para mayor comprensión de los lectores de este Proyecto de Investigación, haremos una representación visual en formato de gráfica de pastel en donde se encuentren los Estilos de Enseñanza de los Tutores cuyo sexo es Masculino.

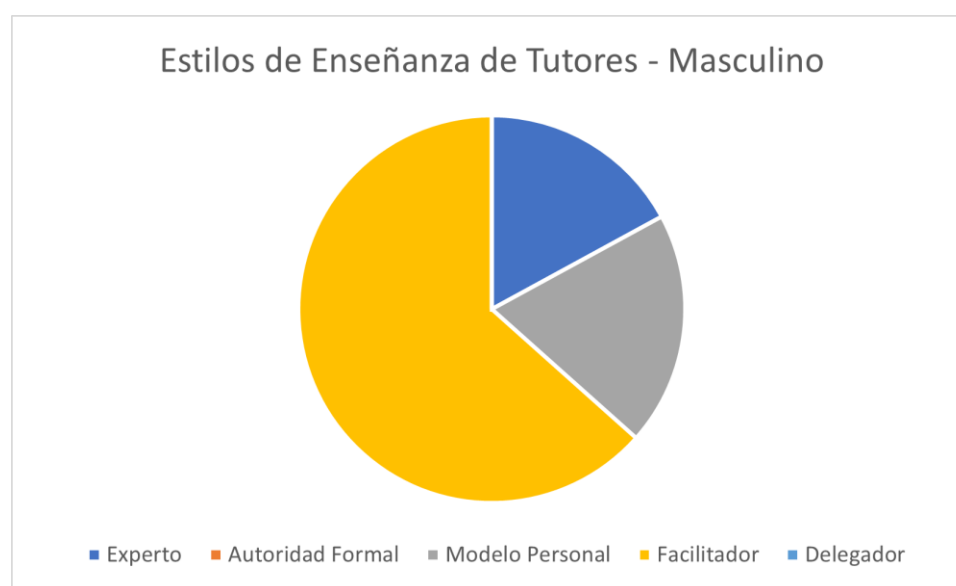


Figura 28: Distribución porcentual en sexo masculino de los Estilos de Enseñanza de los Tutores

## Perfil Demográfico de los Estudiantes

Como fue mencionado en el caso de los tutores, el análisis y correlación de variables como Rangos Etarios y Sexo no es el objetivo final de este estudio exploratorio, sin embargo, nos permiten tener una visión holística de la forma en la que aprenden los estudiantes que asistieron a #PilandoAndoPaLaU en sus respectivas 4 sesiones.

Para ello, nos basaremos en los  $n = 210$  *estudiantes* que realizaron la prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Enseñanza.

<b>Perfil Demográfico</b>	<b>Cantidad (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Sexo</b>		
<b>Masculino</b>	107	50.95
<b>Femenino</b>	103	49.05
<b>Rango Etario</b>		
<b>15 – 18 años</b>	158	75.24
<b>19 – 22 años</b>	37	17.62
<b>23 – 28 años</b>	9	4.29
<b>Más de 29 años</b>	6	2.86

Tabla 18: Perfil Demográfico de los Estudiantes

A partir de esta tabla, resulta interesante mencionar dos hallazgos importantes:

1. Se alcanzó niveles elevados de paridad entre hombres y mujeres con un 50.95% de estudiantes masculinos y un 49.04% de estudiantes femeninos.
2. A pesar de que el formato de #PilandoAndoPaLaU estuviese dirigido a Estudiantes en sus últimos años de Educación Media a manera de prepararse para rendir los exámenes de admisión de las universidades, el contar con 24.76% de estudiantes que podrían no formar parte de “el estándar” de estudiantes en Educación Media, demuestra las disparidades del Sistema Educativo panameño, e incluso de manera subjetiva y a criterio de este autor; los deseos y esperanza de nunca parar de aprender de dicho porcentaje de Estudiantes, independiente de la condición socio-económica en la que estos se encuentren.

### **Análisis Descriptivo de los Estudiantes**

Procederemos a realizar el mismo análisis que fue utilizado para los Tutores, sin embargo, ahora para los Estudiantes y con los detalles que eso considera, debido a las seis dimensiones que plantea el Modelo de Grasha-Riechmann, representadas a través de los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes; los cuales



procederemos nombrar: *Independiente, Dependiente, Colaborativo, Competitivo, Evitativo y Participativo*.

Estos Estilos de Aprendizaje serán la base para todos los análisis descriptivos que presentaremos, así como cabe resaltar que independientemente de otras correlaciones que se harán en como análisis de los resultados de este estudio exploratorio, la segunda variable determinística y numérica será el Estilo de Aprendizaje de los Estudiantes que hicieron la prueba de Grasha-Riechmann en la Sesión #1 de #PilandoAndoPaLaU bajo las condiciones antes descritas.

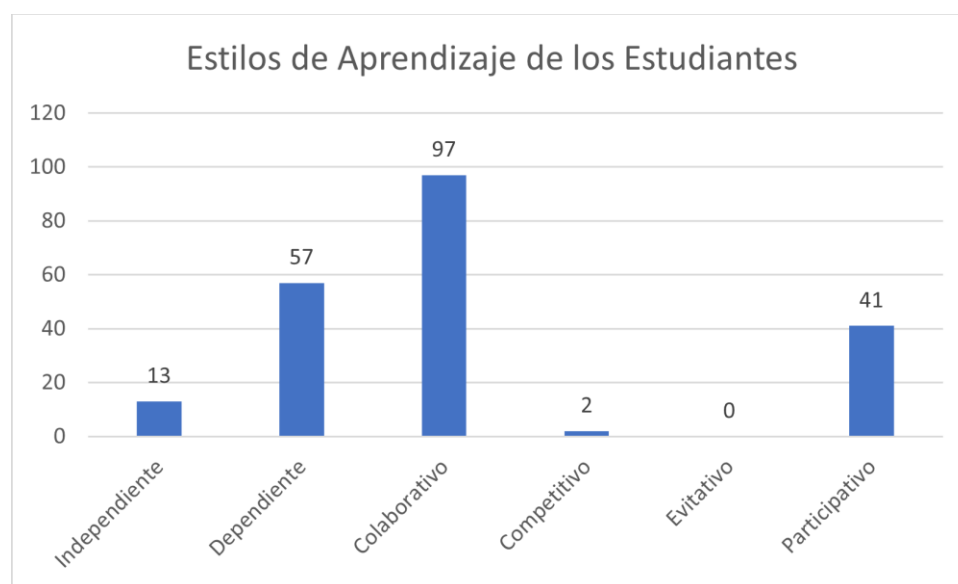


Figura 29: Estilos de Enseñanza de Estudiantes en #PilandoAndoPaLaU

Cuando se analiza el ya presentado gráfico de barras, resulta predominante el Estilo de Aprendizaje “Colaborativo” con un resultado de 97 estudiantes, mientras que este es seguido por el Estilo de Aprendizaje “Dependiente” con 57 estudiantes y el “Participativo” con 41 estudiantes.

Sin embargo, cuando analizamos los demás Estilos de Aprendizaje, nos encontramos como casos que en “Competitivo” solo tenemos a 2 estudiantes, mientras que en el estilo “Evitativo”, tenemos 0 estudiantes.

Esto pudiese permitir dar ciertos elementos de juicio sobre la muestra heterogénea y pseudoaleatorizada de estudiantes que realizaron la prueba de Grasha-Riechmann en #PilandoAndoPaLaU, dado que todo se realizó en un entorno controlado, sin ningún tipo de coacción o retaliación a los Estudiantes.

Por ende, la conclusión lógica a la que se puede llegar es que los estudiantes que participaron de este estudio exploratorio tienen una marcada tendencia con el Estilo de Aprendizaje “Colaborativo” y “Participativo” a ser responsables de su propio aprendizaje e involucrarse en el mismo como fue planteado en el Capítulo I de este Proyecto de Investigación. Mientras que en el caso de los estudiantes con estilo “Dependiente”, se requeriría una mayor intervención y esfuerzo por parte del Tutor para que este se pudiese involucrar dentro del grupo de tutoría.

El comprender el Estilo de Aprendizaje basado en los rangos etarios definidos anteriormente se convierte en un dato de suma importancia, ya que este refleja una realidad inherente la descripción del análisis y tener la capacidad basada en datos de elaborar ciertas preguntas de investigación.

<b>Rango Etario</b>	<b>Estilo de Aprendizaje</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>15 - 18 años (158/210 estudiantes)</b>	Independiente	6.96
	Dependiente	25.95
	Colaborativo	47.47
	Competitivo	0.00
	Evitativo	0.00
	Participativo	19.62
<b>19-22 años (37/210 estudiantes)</b>	Independiente	5.41
	Dependiente	32.43
	Colaborativo	37.84
	Competitivo	5.41
	Evitativo	0.00

	Participativo	18.92
<b>23-28 años (9/210 estudiantes)</b>	Independiente	0.00
	Dependiente	33.33
	Colaborativo	44.44
	Competitivo	0.00
	Evitativo	0.00
	Participativo	22.22
<b>Más de 29 años (6/210 estudiantes)</b>	Independiente	0.00
	Dependiente	16.67
	Colaborativo	66.67
	Competitivo	0.00
	Evitativo	0.00
	Participativo	16.67

Tabla 19: Desglose por rangos etarios de los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes

Resulta objeto de estudio que subiendo en los rangos etarios hasta llegar a los “Más de 29 años”, que si bien es cierto representan únicamente el 2.86% de nuestra muestra total, el porcentaje de Estilos de Aprendizaje “Colaborativo” representó un aumento significativo al volverse el 66.67% de los estudiantes.

De igual forma, al analizar por rangos etarios conviene también ver el caso del Estilo de Aprendizaje “Independiente”, el cual presentó una disminución conforme también fueron subiendo dichos rangos hasta llegar al punto en el que no se encontró ningún estudiante que presentase este Estilo de Aprendizaje.

Sin duda alguna, el Estilo de Aprendizaje que más llama la atención ante su marcada ausencia en todos los rangos etarios es el “Evitativo”, lo que indica, según lo mencionado en el Capítulo I de este Proyecto de Investigación que los estudiantes siempre se encontraron abiertos a la recepción de nuevos aprendizajes, puede no haber generado un ambiente hostil para el tutor al

momento de la conformación de los grupos de tutoría; ya que se conoce que este es el Estilo de Aprendizaje que requiere (Como fue mencionado en los Clústers de Integrados del Capítulo I) una Autoridad Formal que “Pusiese orden” y guiase a este Estudiante, yendo en directa concordancia con la ausencia estadística de algún tutor que haya presentado el dicho Estilo de Enseñanza.

Conviene también hacer un análisis descriptivo y visual de los diferentes Estilos de Aprendizaje que presentaron los estudiantes al momento de tomar la prueba de Grasha-Riechmann con respecto a su Sexo, ya sea Masculino o Femenino, por lo que comenzaremos con la representación visual de este último.

Sexo	Estilos de Aprendizaje	Porcentaje (%)
<b>Femenino</b>	Independiente	2.91
	Dependiente	31.48
	Colaborativo	45.63
	Competitivo	0.00
	Evitativo	0.00
	Participativo	18.45

Tabla 20: Distribución porcentual de los Estilos de Enseñanza en sexo (Femenino)

Resulta una pregunta de investigación la que dada una muestra de  $n = 103$  *estudiantes femeninos*, ¿Por qué no se manifestó los Estilos de Aprendizaje Competitivos y Evitativos? A priori, no podemos establecer ninguna hipótesis que permita darle sentido a esta pregunta, dado que sería ya de carácter sociológico.

A continuación, presentamos la representación visual a través de una gráfica tipo pastel de los resultados numéricos de los Estilos de Aprendizaje correspondientes a los estudiantes femeninos de #PilandoAndoPaLaU.

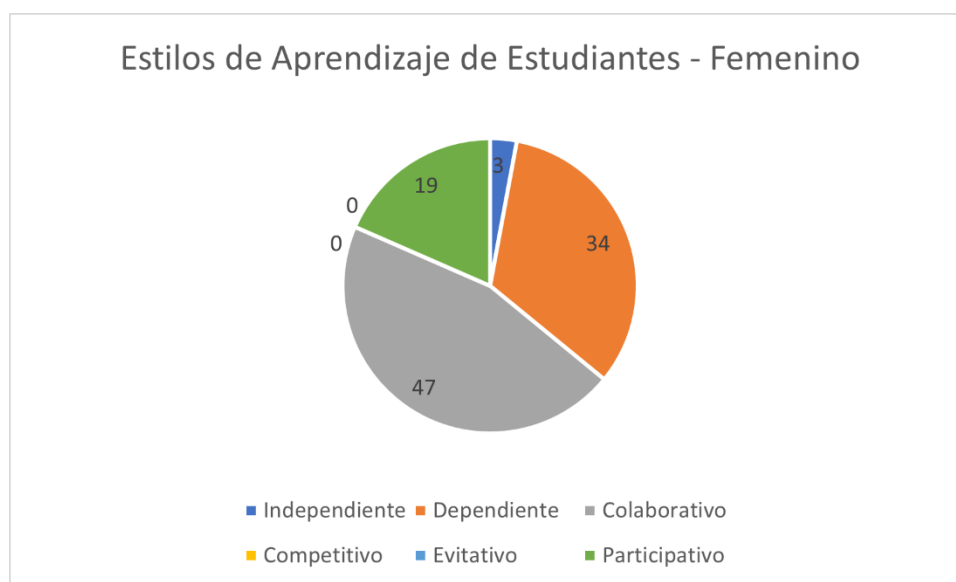


Figura 30: Representación Gráfica de Estilos de Aprendizaje de Estudiantes por sexo (Femenino)

Continuamos con el caso de los estudiantes de sexo Masculino, de los cuáles también haremos una representación porcentual de sus Estilos de Aprendizaje, a manera que podamos generar ciertas preguntas de investigación a partir de ello.

Sexo	Estilos de Aprendizaje	Porcentaje (%)
Masculino	Independiente	9.35
	Dependiente	21.50
	Colaborativo	46.73
	Competitivo	1.87
	Evitativo	0.00
	Participativo	20.18

Tabla 21: Distribución porcentual de los Estilos de Enseñanza en sexo (Masculino)

Resulta ser un Estilo de Aprendizaje preponderante el caso de “Colaborativo” con un 46.73% en el caso de los estudiantes masculinos, así como el estilo “Dependiente” con un 21.50%, seguido directamente por el estilo “Participativo” con un 20.18%.

Como fue mencionado, procederemos con la representación visual a través de una gráfica tipo pastel en la que se observen la cantidad específica de Estilos de Aprendizaje en el caso de los estudiantes del sexo masculino con una muestra de  $n = 107$  estudiantes.

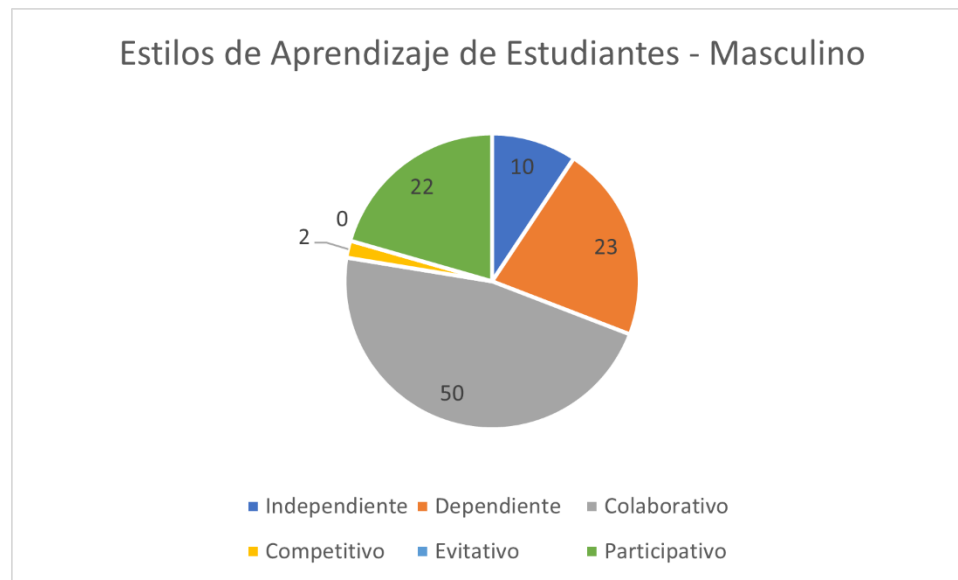


Figura 31: Representación Gráfica de Estilos de Aprendizaje de Estudiantes por sexo (Masculino)

## Consideraciones Éticas

Se adoptaron ciertos Protocolos de Protección al Estudiante, por recomendación de especialistas en la materia en de la Autoridad del Canal de Panamá. A continuación, se presentan las recomendaciones implementadas:

1. La comunicación con los estudiantes fuera de las sesiones de Tutoría solamente podía ser realizada a través de los canales oficiales del Canal de Panamá y la Fundación Ayudinga.
2. Ningún Tutor podía compartir su teléfono celular o fijo, conversar u ofrecer sus servicios de tutorías adicionales a los Estudiantes.
3. Todos los tutores fueron entrevistados y filtrados previamente por la Dirección de Voluntariado de la Fundación Ayudinga, así como la Dirección de Responsabilidad Social Empresarial de la Autoridad del Canal de Panamá.

- a. Se revisaron aspectos como Experiencia Previa, Disponibilidad para las Sesiones de Tutoría, así como en algunos casos específicos se realizaron averiguaciones de Récord Político, denotando que ninguno de ellos tenía algún tipo de antecedentes.
4. Todas estas recomendaciones fueron de estricto cumplimiento para cada uno de los Tutores, de lo contrario serían automáticamente expulsados como voluntarios de #PilandoAndoPaLaU y la situación sería informada a las autoridades pertinentes.

De igual forma, al momento de ingresar a la aplicación a través de la cual se almacenan los datos de los resultados de la aplicación de las pruebas de Estilos de Aprendizaje y Enseñanza de Grasha-Riechmann, se limitó el acceso a ellas definiendo únicamente tres usuarios (Los cuáles pueden ser modificados mediante código únicamente) quienes tienen acceso a dichos datos.

Los criterios de aceptación o discriminación para poder analizar ¿Quién tendría acceso a los datos o no? Fueron realizados mediante el organigrama de la Fundación Ayudinga, dado que es inherente que al momento de realizar cualquier tipo de intervención bajo el formato de #PilandoAndo, hay ciertos procesos académicos y tecnológicos que se llevan a cabo previamente, por lo que estos fueron los usuarios con su respectivo nombre y rol que fueron creados bajo el perfil de “Administrador del Sistema”:

1. **Nombre:** Johel Heraclio Batista Cárdenas
  - a. **Cargo:** Presidente de la Fundación Ayudinga
2. **Nombre:** Kevin Anel González Ortega
  - a. **Cargo:** Director de Tecnología e Investigación Educativa
3. **Nombre:** Rolando Esteban Riley Rodríguez
  - a. **Cargo:** Director de Contenidos

Cada una de las personas en cuestión han firmado el “Acuerdo de Voluntariado”, así como el “Código de Ética y Conducta de la Fundación Ayudinga”, en el que expresa explícitamente en su Cláusula Quinta, lo siguiente:

***“LOS VOLUNTARIOS tienen la obligación de no dar a conocer (si no tienen la autorización correspondiente, ni un objetivo legal) ninguna información a la que hayan tenido conocimiento en el ejercicio de sus funciones oficiales, tales como la información interna de la administración y/o la información catalogada por la JUNTA DIRECTIVA de la FUNDACIÓN AYUDINGA como sensitiva.***

***Esta regla se extiende a todos los documentos, expedientes e información almacenada electrónicamente y las comunicaciones electrónicas o presenciales, así como cualquier información personal de los voluntarios y todo personal de la FUNDACIÓN AYUDINGA”.***

Cada uno de los voluntarios nombrados anteriormente firmaron el documento de carácter legal y vinculante regido bajo las leyes de la República de Panamá, por lo que se les da acceso a los datos de los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes y Estilos de Enseñanza de los Tutores única y exclusivamente con el objetivo de trabajos de investigación educativa o de mejora en la experiencia de las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga conocidas como #PilandoAndo.

### **Limitaciones del Estudio**

Este estudio es de carácter exploratorio, ya que del mismo no se espera un factor conclusivo. Esto debido a que no se cuentan con los datos de toda la población de estudiantes, en este caso del lugar dónde se desarrolla el mismo, que es la República de Panamá; siendo de igual manera con los Tutores o Docentes.



Por ello, se limitará a evaluar lo que acontece dentro de las sesiones de tutoría de #PilandoAndoPaLaU entre las fechas del 25 de agosto y 23 de septiembre, ambas de 2023 en las que se estaban preparando a los estudiantes a través tutores voluntarios para que estos rindiesen los exámenes de admisión de las universidades públicas en Panamá.

No se considerarán variables exógenas, las cuales pueden resultar subjetivas como el grado de afinidad entre el Estudiante y el Tutor o viceversa, así como la asistencia de estos a lo largo del tiempo, espacio y momento en el que fue realizado el estudio.

No se establecer conclusiones diagnósticas sobre el Sistema Educativo de la República de Panamá, ya que cuenta con un Población de más de 900,000 *estudiantes*, mientras que este estudio solamente consideró a una muestra muy puntual y heterogénea de estudiantes  $n = 210$  *estudiantes* para realizar estudios sobre los Estilos de Aprendizaje de estos.

### **Conclusiones del Estudio**

Al principio de este capítulo, se plantearon una serie de Hipótesis Nulas, así como Alternativas. Todas ellas definiendo escenarios que pudiesen ser el posible resultado de llevar a cabo la completa definición de este Proyecto de Investigación.

Empero, dado que nos hemos limitado a la metodología y diseño de el estudio exploratorio que se está bajo el paraguas del ya mencionado Proyecto de Investigación, debemos mencionar de forma categórica que no podemos aceptar o negar ninguna de las hipótesis planteadas, dado que requerimos de los mecanismos a través de los que emparejaremos a estudiantes y tutores en las intervenciones educativas de la Fundación Ayudinga, siendo el caso estudiado, la edición especial de #PilandoAndoPaLaU.

### **Capítulo III: Arquitectura del Sistema**

## **Capítulo IV: Emparejamiento de Estudiantes y Tutores**

## Reglas de Emparejamiento

A partir de los datos arrojados por el estudiante, estos se clasificarán en una "Matriz de Preferencias". Es imperativo señalar que siempre habrá un Estilo de Aprendizaje predominante que se deducirá de los cálculos matemáticos previamente establecidos durante la administración de la prueba.

En un enfoque establecido por Grasha-Riechmann [26], donde clasifican la "Intensidad con la que ven reflejados en los estudiantes los Estilos de Aprendizaje en los niveles Bajo, Moderado o Alto, se observaron las siguientes bandas que servirán de base para establecer unas reglas de emparejamiento que serán la base de este Proyecto de Investigación.

<b>Estilo de Aprendizaje</b>	<b>Bajo</b>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>
<b>Independiente</b>	[1.0 – 2.7]	[2.8 – 3.8]	[3.9 – 5.0]
<b>Evitativo</b>	[1.0 – 2.7]	[2.8 – 3.4]	[3.5 – 5.0]
<b>Colaborativo</b>	[1.0 – 2.9]	[3.0 – 4.0]	[4.1 – 5.0]
<b>Dependiente</b>	[1.0 – 2.9]	[3.0 – 4.0]	[4.1 – 5.0]
<b>Competitivo</b>	[1.0 – 1.7]	[1.8 – 2.8]	[2.9 – 5.0]
<b>Participativo</b>	[1.0 – 3.0]	[3.1 – 4.1]	[4.2 – 5.0]

*Tabla 22: Clasificación de Estilos de Aprendizaje como Bajo, Moderado o Alto*

Adicionalmente, se identificarán "Estilos de Aprendizaje Subalternos", tal como se evidenció en las Tablas 5, 6, 7 y 8. Estos estilos serán jerarquizados desde el más dominante hasta el menos dominante, basándose en su promedio numérico.

A forma de simplificación del Emparejamiento Aproximado, utilizaremos los contenidos de los Clústers Integrados y sus respectivas mediciones numéricas, en la que utilizaremos un enfoque basado en el Estudiante para que este pueda elegir al Tutor con el que se sienta más a fin.

Sin embargo, es importante recalcar que esto se puede hacer de manera inversa, es decir que el Tutor pueda elegir al Estudiante con el que se sienta más afín; pero, no existe una tendría que utilizar otros elementos cualitativos de emparejamiento, por lo que no se asegura la estabilidad de este [54].

Basado en lo presentado con anterioridad, entre los Clúster Integrados y la Tabla 9 en la que se clasifican los Estilos de Aprendizaje como Bajo, Moderado o Alto, presentamos las siguientes reglas de emparejamiento aproximado entre estudiantes y tutores en las intervenciones educativas masivas de la Fundación Ayudinga:

### **1. Identificación y Clasificación:**

- Cada estudiante Tutor tomará la prueba de Grasha-Riechmann para determinar sus Estilos de Aprendizaje.
- Cada Tutor tomará la prueba de Grasha-Riechmann para determinar sus Estilos de Enseñanza.
- Clasificar los Estilos de Aprendizaje de cada estudiante en "Alto", "Moderado" y "Bajo" según la tabla proporcionada.
- Organizar a los tutores en grupos vacíos, denominados "Grupos".

### **2. Emparejamiento Directo:**

- Emparejar primero a los estudiantes cuyo Estilo de Aprendizaje "Alto" coincida directamente con el Estilo de Enseñanza dominante de un tutor.
- Llenar cada grupo de tutores con estos estudiantes hasta un máximo de 5 estudiantes por grupo.

### **3. Emparejamiento Moderado:**

- Para los estudiantes restantes, buscar tutores cuyo Estilo de Enseñanza coincida con el Estilo de Aprendizaje "Moderado" del estudiante.

- Llenar gradualmente los grupos de tutores con estos estudiantes, asegurándose de distribuirlos equitativamente entre los tutores disponibles.

#### **4. Emparejamiento con Matriz de Preferencias:**

- Utilizar la Matriz de Preferencias P para determinar las mejores coincidencias para los estudiantes restantes.
- Llenar gradualmente los grupos de tutores con estos estudiantes, distribuyéndolos equitativamente entre los tutores disponibles.

#### **5. Restricciones:**

- Un Tutor puede brindar clases de Reforzamiento Académico a múltiples Estudiantes.
- Si durante el proceso de emparejamiento, un Tutor no coincide con más de un Estudiante, la relación será 1:1.
- Un Estudiante solo puede recibir clases de tutorías de un Tutor.
- Todos los Estudiantes deben ser emparejados con algún tutor basados en sus Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje
- Para una tutoría eficaz, un Tutor puede manejar grupos de 5 estudiantes como máximo.
- Los tutores estarán organizados por mesas, que de ahora en adelante se llamarán “Grupos de tutoría”.

#### **6. Revisión y Ajustes:**

- Una vez que todos los grupos estén llenos o todos los estudiantes hayan sido emparejados, revisar las asignaciones para asegurarse de que no haya discrepancias significativas en la distribución de estudiantes entre los tutores.
- Si es necesario, hacer ajustes menores para equilibrar los grupos, siempre priorizando la compatibilidad entre Estilos de Aprendizaje y Enseñanza.

Estas reglas de emparejamiento proporcionan un marco estructurado y detallado para garantizar que los estudiantes y tutores sean emparejados de manera óptima según sus Estilos de Aprendizaje y Enseñanza, respetando las restricciones y prioridades establecidas.

### **Simulación Teórica**

A continuación, utilizaremos los elementos matemáticos que ya han sido definidos previamente, para crear un Emparejamiento Aproximado entre  $n = 5$  *estudiantes* y  $n = 5$  *tutores*.

Cabe resaltar estos son estudiantes y tutores totalmente ficticios, por lo que no contamos con la Matriz de Preferencias (P) de cada uno de ellos, dado que ninguno de ellos ha hecho la Prueba de Grasha-Riechmann para Estilos de Aprendizaje o Enseñanza, por lo que se asumirá un entorno en el que todos los estudiantes y tutores están libres inicialmente.

Aplicaremos una versión adaptada del Algoritmo Gale-Shapley a Estudiantes y Tutores, conociendo que puede llegar a existir una reafirmación positiva [55] de parte de estas dos entidades al momento de aplicarlo, ya genera un mejor entorno de *enseñanza – aprendizaje*.

Todos los estudiantes y tutores están libres, ninguno de ellos ha sido emparejados con el otro.

### **Primera iteración**

- El  $E_1$  propone a  $T_3$  (Su primera elección), en la que  $T_3$  acepta de manera temporal.
- El  $E_2$  propone a  $T_1$  (Su primera elección), en la que  $T_1$  acepta temporalmente.

- El  $E_3$  propone a  $T_1$  (Su primera elección). Sin embargo,  $T_1$  ya tiene una propuesta del  $E_2$ , la cual prefiere sobre la propuesta de  $E_3$ ; dado esta situación, la propuesta de  $E_3$  es rechazada.
- El  $E_4$  propone a  $T_4$  (Su primera elección) y  $T_4$  lo acepta de forma temporal.
- El  $E_5$  propone a  $T_3$  (Su primera elección). Empero,  $T_3$  ya tiene una propuesta de  $E_1$ , que prefiere sobre la propuesta de  $E_5$ , ocasionando que sea rechazado.

### **Segunda iteración**

- $E_3$  propone a  $T_2$  (Su segunda elección) y este acepta temporalmente.
- $E_5$  propone a  $T_4$  (Su segunda elección). Sin embargo,  $T_4$  ya tiene una propuesta de  $E_4$  que prefiere directamente sobre la propuesta de  $E_5$ , por lo que  $E_5$  es rechazado por  $T_4$ .

### **Tercera iteración**

- $E_5$  propone a  $T_5$  (Su tercera elección), donde  $T_5$  acepta temporalmente.

Todos los estudiantes que han propuesto a los tutores ya se encuentran emparejados aproximadamente.

### **Resultado de la Simulación**

- $E_1$  está emparejado con  $T_3$ .
- $E_2$  está emparejado con  $T_1$ .
- $E_3$  está emparejado con  $T_2$ .
- $E_4$  está emparejado con  $T_4$ .
- $E_5$  está emparejado con  $T_5$ .



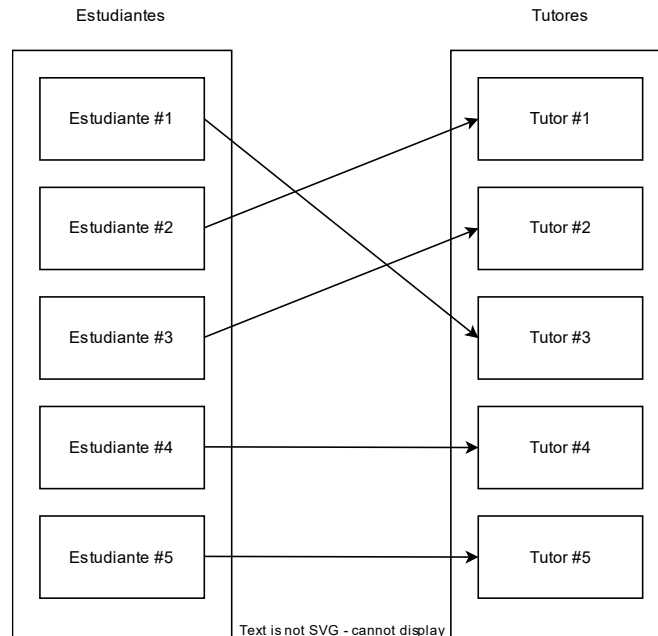


Figura 32: Simulación Teórica del Algoritmo de Gale-Shapley aplicado a Estudiantes y Tutores

Esta es una simulación teórica con fines meramente académico, ya que no presenta un objetivo más que el de ejemplificar gráficamente ¿Cómo sería un emparejamiento Aproximado entre los elementos de los Conjuntos T y E utilizando el Algoritmo de Gale-Shapley como base teórica? [56]

Se reconoce que existen otros Algoritmos de Emparejamiento [36], los cuales tienen su principal origen en la Investigación de Operaciones con los problemas de Asignación de Recursos, que es básicamente una analogía esencial que permite comprender el fin último de este Proyecto de Investigación: Buscar el mejor estudiante para cada tutor y viceversa.

A continuación, haremos una nueva simulación teórica en la ya hemos podido establecer las Reglas de Emparejamiento que utilizaremos a lo largo de este Proyecto de Investigación, apliquémosla a este caso.

Supongamos que tenemos un estudiante  $e_1$  y un tutor  $t_1$ .

**Resultados del Cuestionario de Estilo de Aprendizaje del estudiante  $e_1$ :**

- Independiente: 4.5
- Evitativo: 2.0
- Colaborativo: 4.0
- Dependiente: 3.0
- Competitivo: 2.5
- Participativo: 4.7

Por lo tanto, el subconjunto  $S_{e_1}$  para el estudiante  $e_1$  es {Independiente, Colaborativo, Participativo} ya que son los estilos con las puntuaciones más altas.

#### **Resultados del Cuestionario de Estilos de Enseñanza del tutor $t_1$ :**

- Experto: 4.2
- Autoridad Formal: 3.4
- Modelo Personal: 2.4
- Facilitador: 4.1
- Delegador: 3.6

Por lo tanto, el subconjunto  $St_1$  para el tutor  $t_1$  es {Experto, Facilitador} ya que son los dos estilos con las calificaciones más altas.

#### **Emparejamiento:**

Para determinar el grado de preferencia del estudiante  $e_1$  hacia el tutor  $t_1$ , debemos considerar la compatibilidad entre  $S_{e_1}$  y  $St_1$ .

Supongamos que, basado en las reglas de emparejamiento proporcionadas:

- El estilo "Independiente" del estudiante es compatible con el estilo "Experto" del tutor.
- El estilo "Colaborativo" del estudiante es compatible con el estilo "Facilitador" del tutor.
- El estilo "Participativo" del estudiante es compatible con el estilo "Delegador" del tutor.

Dado que  $t_1$  tiene dos estilos (Experto y Facilitador) que son compatibles con  $e_1$ , el elemento  $P_{1,1}$  de la matriz de preferencias  $P$  será alto, indicando una alta preferencia del estudiante  $e_1$  hacia el tutor  $t_1$ .

El estudiante  $e_1$  y el tutor  $t_1$  son compatibles basados en sus estilos de aprendizaje y enseñanza respectivamente. Por lo tanto, se recomendaría emparejar a  $e_1$  con  $t_1$  para obtener un proceso de aprendizaje efectivo.

Es imperativo subrayar que el presente modelo constituye una representación teórica y esquemática. En aplicaciones prácticas, sería esencial contemplar una matriz de preferencias de mayor envergadura y emplear un algoritmo de emparejamiento más avanzado y meticuloso para discernir las combinaciones óptimas entre estudiantes y tutores.

Es crucial enfatizar que ejemplificaciones como la presente, concernientes al emparejamiento entre estudiantes y tutores en las intervenciones educativas de la Fundación Ayudinga, trascienden meramente el ámbito teórico.

## **Capítulo V: Análisis y Discusión de Resultados**

## **Conclusiones y Trabajos Futuros**

## Referencias Bibliográficas

- [1] Universidad Nacional de Colombia, “Teoría de Sistemas”.
- [2] J. Heraclio Batista *et al.*, “Modelo Educativo AyuEduca2030”.
- [3] M. Parker y P. Alfaro, “Education during the COVID-19 pandemic Access, inclusion and psychosocial support 104 STUDIES AND PERSPECTIVES ECLAC SUBREGIONAL HEADQUARTERS FOR THE CARIBBEAN”, 2030, [En línea]. Disponible en: [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)
- [4] 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.
- [5] J. E. Galvis, “Didáctica para la enseñanza de la aritmética y el algebra”.
- [6] S. Didácticas y E. Matemáticas, *Programa fortalecimiento de la cobertura con calidad para el sector educativo rural PER II*. [En línea]. Disponible en: [www.mineduacion.gov.co](http://www.mineduacion.gov.co)
- [7] 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.
- [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] 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>
- [10] M. Tuñón, “Capítulo 2 Definición y Construcción de Modelos”, 2022.

- [11] A. Myriam, P. Blanco, y L. Castro Quitora, “Los Modelos Pedagógicos”.
- [12] A. Blanes Villatoro, “La Teoría de las Inteligencias Múltiples: Descripción breve ¿Qué es, que describe y que tipos de inteligencia existen?”
- [13] R. Rodríguez Cepeda, “Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias”, *Sophia*, vol. 14, núm. 1, pp. 51–64, abr. 2018, doi: 10.18634/sophiaj.14v.1i.698.
- [14] D. Kolb, I. M. Rubin, y J. M. McIntyre, “Modelo de Kolb - Aprendizaje basado en Experiencias”.
- [15] C. L. García Zuluaga y R. A. Sáchica Navarro, “Modelo de Aprendizaje Experiencial de Kolb en el aula”, *Universidad Católica de Manizales*, 2016.
- [16] A. Silva Sprok, “Conceptualization of the Models of Learning Styles”.
- [17] D. Kolb, “Test de Kolb para Estilos de Aprendizaje”, 1998.
- [18] P. Honey, A. Mumford, Community Media Applications and Participation, y U. Lifelong Learning Programme, “Honey and Mumford learning styles”, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www2.le.ac.uk/departments/gradschool/training/resources/teaching/theories/honey->
- [19] P. Honey y A. Mumford, “Honey and Mumford: Learning Styles Questionnaire”, 1986.
- [20] U. Universidad Autónoma de México, “Cuestionario Honey - Alonso de Estilos de Aprendizaje”, 2009.
- [21] B. Marcos Salas, V. Alarcón Martínez, N. Serrano Amarilla, M. J. Cuetos Revuelta, y A. I. Manzanal Martínez, “Aplicación de los estilos de aprendizaje según el modelo de Felder y Silverman para el desarrollo de competencias clave en la práctica docente”, *Tendencias Pedagógicas*, vol. 37, pp. 104–120, dic. 2020, doi: 10.15366/tp2021.37.009.
- [22] V. Sánchez y J. María, “Estilos de aprendizaje”, 2018.
- [23] M. J. Provitera, “Learning And Teaching Styles In Management Education: Identifying, Analyzing, And Facilitating”, 2008. [En línea]. Disponible en: <http://longleaf.net/teachingstyle.html>

- [24] G. González Gutiérrez y S. Andrés González Ardila, “Estilos de enseñanza según Anthony 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](https://ciencia.lasalle.edu.co/lic_lenguas)
- [25] T. Thi-Kim Le Ho Chi, “Project-based Learning in 21st Century: A Review of Dimensions for Implementation in University-level Teaching and Learning”, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352977987>
- [26] P. Kumar, A. Kumar, y K. Smart, “Issues in Informing Science and Information Technology Assessing the Impact of Instructional Methods and Information Technology on Student Learning Styles”.
- [27] D. DiCarlo, “RANDOM NUMBER GENERATION 2 Acceptance of Senior Honors Thesis”.
- [28] 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>
- [29] Z. H. Gao, “Teaching Physical Education Using the Spectrum of Teaching Style: Introduction to Mosston’s Spectrum of Teaching Style”, 2012.
- [30] A. F. Grasha, “A Matter of Style: The Teacher as Expert, Formal Authority, Personal Model”, 1994.
- [31] C. Rojas-Jara, C. Díaz-Larenas, J. Vergara-Morales, P. Alarcón-Hernández, y M. Ortiz-Navarrete, “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, núm. 3, p. 1, sep. 2016, doi: 10.15359/ree.20-3.7.
- [32] A. F. Grasha, “Essays on Teaching Excellence Toward the Best in the Academy Teaching With Style: The Integration of Teaching and Learning Styles in the Classroom”. [En línea]. Disponible en: [www.podnetwork.org](http://www.podnetwork.org)
- [33] E. Moreno, G. José, y M. Cascón Barbero, “Matching Theory: The Roomates Problem”, 2021.



- [34] P. Winkler, "Combinatorics 18.315 Chapter 2 - Matching Theory", 2004.
- [35] J. P. Torrez-Martínez, "Introducción a la Teoría de Emparejamientos".
- [36] 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.
- [37] E. Mayr y H. Räcke, "A Fast Matching Algorithm Analysis Hopcroft-Karp".
- [38] R. Baviskar y H. Karp, "Hopcroft Karp Algorithm for Bipartite Matching CS 759 Perfect Matchings: Algorithms and Complexity Algorithm for Bipartite Matching", 2019.
- [39] S. Kuller, "CMSC 651 Advanced Algorithms", *University of Maryland*, vol. Lecture 3, pp. 1–3, 2002.
- [40] J. E. Hopcroft y R. M. Karp, "Algorithm for Maximum Matchings in Bipartite Graphs", 1973.
- [41] R. Rossetti, A. Rocha, A. Pereira, P. Silva, y T. Fernandes, "Algoritmos em Grafos: Emparelhamentos (matching) e Casamentos Estáveis (stable marriage)", 2010.
- [42] J. De Mairéna, "Matching Estable - Gale Shapley, 1962".
- [43] 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.
- [44] C. Deliotte, "Calidad de Datos en la era del Big Data".
- [45] A. Quintana Peña, "Metodología de Investigación Científica Cualitativa", 2006.
- [46] Paulina. Salinas Meruane, Manuel. Cardenas Castro, A. Music Cáceres, Carlos. Calderon Carvajal, Alberto. Mayol Miranda, y Gabriel. Dadodovics Molnar, *Métodos de investigación social: una aproximación desde las estrategias cuantitativas y cualitativas*. Universidad Católica del Norte, 2008.
- [47] M. En, E. Neftali, y T. Díaz De León, "Material Didáctico: Sólo Visión (Proyectables) Título: Población y Muestra".

- [48] Gaceta Oficial Digital, “Reglamentación de la Ley 81 de Protección de Datos Personales”, 2021.
- [49] A. Freiberg Hoffmann y M. Fernández Liporace, “Grasha–Riechmann student learning style scales: an Argentinian version”, *Journal of Applied Research in Higher Education*, vol. 13, núm. 1, pp. 242–257, ene. 2021, doi: 10.1108/JARHE-12-2019-0325.
- [50] J. H. Ford, J. M. Robinson, y M. E. Wise, “Adaptation of the Grasha Riechman Student Learning Style Survey and Teaching Style Inventory to assess individual teaching and learning styles in a quality improvement collaborative”, *BMC Med Educ*, vol. 16, núm. 1, sep. 2016, doi: 10.1186/s12909-016-0772-4.
- [51] D. G. Bonett y T. A. Wright, “Cronbach’s alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning”, *J Organ Behav*, vol. 36, núm. 1, pp. 3–15, ene. 2015, doi: 10.1002/job.1960.
- [52] S. R. Garuda, R. G. Javalgi, y V. S. Talluri, “Tackling no-show behavior: A market-driven approach”, *Health Mark Q*, vol. 15, núm. 4, pp. 25–44, sep. 1998, doi: 10.1300/J026v15n04\_02.
- [53] J. María Ferrer Caja, “Teoría de Colas”.
- [54] J. Kleinberg y Éva Tardos, “Algorithm Design”, 2005.
- [55] F. Charles, M. Rutgers, U. And, B. Mccurdy, y E. A. Quigley, “A COLLATERAL EFFECT OF REWARD PREDICTED BY MATCHING THEORY”.
- [56] B. K. Martens, “Contingency and Choice: The Implications of Matching Theory for Classroom Instruction”, 1992.

## Anexos

## **Anexo #1: Cuestionario de Estilo de Aprendizaje**

1. Confío plenamente en mi capacidad para aprender el material esencial del curso.
2. A menudo me descubro divagando durante las lecciones.
3. Me resulta gratificante colaborar con otros estudiantes en el aula.
4. El contenido del curso proporciona información fidedigna y precisa.
5. Siento la necesidad de competir con mis compañeros por la atención del docente y aclarar mis inquietudes antes que ellos.
6. Estoy generalmente predispuesto a aprender sobre el contenido impartido en clase.
7. Mis reflexiones sobre el contenido suelen ser tan válidas como las presentadas en el material didáctico.
8. Las actividades en el aula me resultan monótonas.
9. Disfruto debatiendo ideas relacionadas con el material del curso con mis compañeros.
10. Estimo que los docentes tienen un conocimiento preciso sobre lo esencial a aprender en un curso.
11. Siento la necesidad de competir con mis compañeros por obtener la calificación más alta.
12. Considero valioso asistir a las clases presenciales.
13. Estudio aquello que es relevante para mí, no necesariamente lo que el docente destaca como esencial.
14. Raramente me siento entusiasmado con el contenido presentado en clase.
15. Valoro escuchar las opiniones de mis compañeros sobre los temas discutidos en clase.
16. Los docentes deberían especificar claramente sus expectativas hacia los estudiantes.
17. Durante las discusiones en clase, siento que debo competir con mis compañeros para que mis ideas sean consideradas.
18. Aprendo más del curso en el aula que en mi hogar.

19. Gran parte del contenido impartido ya lo he aprendido de manera autónoma.
20. A menudo siento que debo asistir a clases, incluso si no es de mi interés.
21. Considero que los estudiantes pueden beneficiarse discutiendo sus ideas entre sí.
22. Procuro realizar mis tareas siguiendo estrictamente las indicaciones del docente.
23. Los estudiantes deberían adoptar una actitud competitiva para destacar académicamente.
24. Tenemos la responsabilidad de aprovechar al máximo las herramientas y recursos educativos proporcionados en clase.
25. Soy capaz de identificar de manera autónoma los temas relevantes del material de estudio.
26. Me resulta desafiante mantener la atención durante una clase.
27. Prefiero prepararme para los exámenes en compañía de otros estudiantes.
28. Los docentes que permiten total libertad a los estudiantes no están cumpliendo adecuadamente su función.
29. Me agrada resolver cuestiones o problemas antes que mis compañeros.
30. Las actividades en clase suelen ser interesantes.
31. Me gusta formular mis propias interpretaciones sobre los temas presentados en clase.
32. En ocasiones, me siento desmotivado para aprender durante las clases presenciales.
33. Las perspectivas de mis compañeros me ayudan a comprender mejor el material del curso.
34. Los estudiantes deberían ser supervisados por los docentes en todos los proyectos académicos.
35. Para destacar, es necesario superar a los demás estudiantes.
36. Me esfuerzo por participar activamente en todas las facetas del curso.
37. Tengo mis propias visiones sobre cómo deberían ser impartidas las clases.
38. En la mayoría de mis asignaturas, estudio lo justo y necesario para aprobar.

39. Un aspecto fundamental de la formación académica es aprender a interactuar con otros.
40. Mis notas reflejan casi todo lo que el docente ha mencionado en clase.
41. Los estudiantes se perjudican académicamente al compartir sus apuntes e ideas.
42. Realizo las tareas asignadas independientemente de si me resultan interesantes.
43. Si un tema me resulta atractivo, suelo investigar por mi cuenta.
44. Habitualmente, intensifico mi estudio previo a los exámenes.
45. El aprendizaje debería ser un esfuerzo conjunto entre estudiantes y la institución educativa.
46. Prefiero clases que estén estructuradas de manera organizada.
47. Para sobresalir en clase, intento realizar las tareas mejor que mis compañeros.
48. Suelo abordar las tareas en cuanto son asignadas.
49. Prefiero trabajar en proyectos académicos de manera individual.
50. Desearía que los docentes no me prestaran atención en clase.
51. Permito que otros estudiantes utilicen mis apuntes cuando lo solicitan.
52. Los docentes deberían especificar claramente el contenido que será evaluado en un examen.
53. Me interesa conocer el rendimiento de mis compañeros en tareas y exámenes.
54. Realizo tanto las tareas obligatorias como las opcionales.
55. Ante una duda, intento resolverla por mi cuenta antes de buscar asistencia.
56. Durante las clases, suelo conversar o bromear con quienes están cerca de mí.
57. Disfruto participando en grupos pequeños durante las clases.
58. Considero que las anotaciones del docente en el pizarrón son de gran utilidad.
59. Consulto a mis compañeros sobre las calificaciones obtenidas en exámenes y tareas.

60. En mis clases, suelo sentarme en las primeras filas del aula.

## **Anexo #2: Cuestionario de Inventario de Estilos de Enseñanza**

1. Tengo confianza en mi habilidad de aprender material importante del curso
2. A menudo me encuentro soñando despierto (a) durante clases.
3. Me gusta mucho trabajar con otros estudiantes en clases.
4. El material del curso tiene información válida y veraz.
5. Me parece necesario competir con otros estudiantes por la atención del profesor y resolver mis dudas antes que los demás.
6. Usualmente estoy dispuesto a aprender sobre el contenido dado en clase.
7. Mis pensamientos sobre el contenido usualmente son tan buenos como los que aparecen en el material.
8. Las actividades en el salón de clases me parecen aburridas.
9. Disfruto discutir ideas sobre el material de la clase con otros estudiantes.
10. Considero que los profesores saben exactamente lo que es importante aprender en un curso.
11. Siento que es necesario competir con otros estudiantes por la mejor nota
12. Siento que vale la pena atender las sesiones de clases presenciales.
13. Yo estudio lo que es importante para mí y no siempre lo que el profesor diga que es importante.
14. Muy raras veces me emociona el contenido explicado en clase.
15. Disfruto escuchar lo que otros estudiantes piensan sobre los temas discutidos en el salón de clases.
16. Los profesores deberían decir claramente lo que esperan de los estudiantes.
17. Cuando hay discusiones en clase, debo competir con los otros estudiantes para que mis ideas sean escuchadas.
18. Aprendo más del curso en el aula de clases que en casa.
19. La mayoría de los temas explicados los aprendí por mi cuenta.
20. Generalmente siento que tengo que asistir a clases, aunque no quiera.

21. Pienso que los estudiantes pueden aprender más discutiendo sus ideas entre ellos.
22. Intento hacer mis tareas siguiendo al pie de la letra las instrucciones del profesor.
23. Los estudiantes deben volverse competitivos para tener un buen rendimiento en la escuela.
24. Los estudiantes tenemos la responsabilidad de sacarle el mayor provecho a las herramientas y recursos educativos que se nos dan en clases.
25. Puedo identificar por mí mismo, los temas importantes del material de clases.
26. Prestar atención durante una sesión de clases es difícil para mí.
27. Me gusta estudiar para exámenes con otros estudiantes.
28. Profesores que dejan que los estudiantes hagan lo que quieran, no están realizando su trabajo.
29. Me gusta obtener las respuestas de problemas o preguntas antes de que alguien más pueda.
30. Las actividades del salón son generalmente interesantes.
31. Me gusta desarrollar mis propias ideas sobre los temas dados en clases.
32. Me he rendido de intentar aprender durante las clases presenciales.
33. Las ideas de otros estudiantes me ayudan a entender el material del curso.
34. Los estudiantes deben ser supervisados por profesores en todos los proyectos del curso.
35. Para estar un paso más adelante, es necesario pasar por encima de los demás estudiantes.
36. Yo trato de participar lo más posible en todos los aspectos del curso.
37. Tengo mis propias ideas de cómo las clases deberían ser presentadas.
38. En la mayoría de mis materias estudio solo lo suficiente para pasar.
39. Una parte importante de tomar materias es aprender a convivir con otras personas.
40. Mis apuntes contienen casi todo lo que el profesor ha dicho en clases.

41. Los estudiantes pierden la oportunidad de una nota cuando comparten sus apuntes e ideas.
42. Completo las asignaciones de la materia sin importar si me parecen interesantes o no.
43. Si me gusta un tema, usualmente investigo por mi cuenta.
44. Normalmente estudio intensamente antes de los exámenes.
45. Aprender debería ser un esfuerzo cooperativo entre los estudiantes y la escuela.
46. Prefiero sesiones de clases que estén altamente organizadas.
47. Para sobresalir en clases, trato de hacer las asignaciones mejor que los demás estudiantes.
48. Yo completo las asignaciones apenas son entregadas.
49. Yo prefiero trabajar en proyectos relacionados con las clases (Estudiar para exámenes, hacer tareas, etc.) por mi cuenta.
50. Me gustaría que los profesores me ignoraran en clases.
51. Dejo que los otros estudiantes tomen prestados mis apuntes cuando los piden
52. Los profesores deberían decirles a los estudiantes exactamente qué material se va a cubrir en un examen.
53. Me gusta saber el rendimiento de los otros estudiantes en las asignaciones y exámenes.
54. Yo completo las asignaciones que son para nota, tanto como las que son opcionales.
55. Cuando no entiendo algo, trato de averiguar por mi cuenta antes de buscar ayuda.
56. Durante clases, tiendo a hablar o bromear con las personas que están cerca de mí.
57. Participar en grupos pequeños de clases es algo que disfruto.
58. Yo pienso que las anotaciones e indicaciones del profesor en el tablero son de mucha ayuda.



59. Le pregunto a otros estudiantes en clases qué notas recibieron en los exámenes y asignaciones.

60. En mis clases usualmente me siento en los puestos que están más adelante en el salón.

### **Anexo #3: Términos y Condiciones del Experimento**

#### **AUTORIZACIÓN Y CONSENTIMIENTO EXPRESO PARA EL USO DE INFORMACIÓN Y DATOS PERSONALES**

Usted otorga su autorización expresa y su consentimiento, que se requiere para el manejo y protección de sus datos personales, de conformidad con lo establecido en la Ley 81 de 26 de marzo de 2019, la cual dicta medidas sobre protección de datos personales.

La Ley 81 de 26 de marzo de 2019 define como datos personales "cualquier información concerniente a personas naturales, que las identifica o las hace identificables". Es responsabilidad de **FUNDACIÓN AYUDINGA** cumplir con los parámetros y obligaciones establecidas por la Ley.

Por medio de este documento, **EL USUARIO** acepta y brinda su consentimiento a la **FUNDACIÓN AYUDINGA**, así como a sus socios estratégicos, para captar, obtener, solicitar, recopilar, organizar, registrar, estructurar, almacenar, modificar, adaptar, conservar, intercambiar y dar tratamiento de sus datos personales, los cuales serán incorporados a una base de datos privada y segura, siendo la **FUNDACIÓN AYUDINGA** responsable y custodia de los datos personales proporcionados.

La información o datos que **EL USUARIO** autoriza y da su consentimiento para almacenar, manejar, tratar y compartir con **FUNDACIÓN AYUDINGA** comprendiendo y sin limitarse a, los nombres y apellidos, número de identificación personal, dirección de correo electrónico, dirección de domicilio, edad, sexo,

número telefónico, país de nacimiento, nacionalidad, información educativa, datos académicos, perfil psicométricos, académicos y sociodemográficos entre otros relacionados con la educación.

**EL USUARIO** acepta y brinda su consentimiento a la **FUNDACIÓN AYUDINGA** para dar tratamiento a la información de cualquier forma que la Ley permita, ordene o exija, con el propósito de llevar a cabo las actividades educativas y de apoyo a la enseñanza que brinda la Fundación. Esto incluye, entre otros, la comunicación de información educativa, el envío de materiales didácticos, el análisis de los resultados académicos, la generación de perfiles educativos y el mejoramiento de los servicios ofrecidos por **FUNDACIÓN AYUDINGA**.

**EL USUARIO** autoriza el uso de su imagen, fotografía, voz, sonidos, filmaciones magnéticas y cualquier otro registro audiovisual, para ser usadas por la **FUNDACIÓN AYUDINGA** como parte del material publicitario promocional, interno y externo, que en la Fundación se difunda públicamente por cualquier medio, sea medios impresos, internet, televisión, radio y cualquier otro medio de difusión

**FUNDACIÓN AYUDINGA** utilizará los datos personales recopilados para los siguientes fines, sin limitarse a ellos:

- Brindar y mejorar los servicios educativos. Ofrecer nuevos productos o servicios personalizados relacionados con la educación.
- Realizar análisis interno de los usuarios y estudiantes de Fundación Ayudinga, con fines educativos, estadísticos y de mejora de los servicios.
- Ofrecer promociones o campañas educativas.
- Enviar y recibir información relacionada con la educación hacia socios educativos de **FUNDACIÓN AYUDINGA**.
- Atender consultas y reclamos relacionados con los servicios educativos.
- Mantener una política interna de calidad educativa.

- Transmitir datos para efectos de reportes regulatorios a entidades del Estado.

Elaborar perfiles educativos y realizar análisis científicos o estadísticos para mejorar la experiencia educativa del usuario.

**FUNDACIÓN AYUDINGA** se compromete a no utilizar los datos recopilados para fines distintos a los establecidos en este documento ni para fines incompatibles con aquellos para los cuales los datos fueron recopilados.

En cumplimiento de la Ley 81 de 2019, se garantizan los derechos que tiene el titular de los datos sobre los datos e información proporcionada a **FUNDACIÓN AYUDINGA**, bajo el entendimiento de que estos derechos son irrenunciables, salvo las excepciones establecidas en leyes especiales y que aplican a los datos de los que trata la Ley 81 de 2019.

## **I. DERECHOS COMO TITULAR DE LOS DATOS E INFORMACIÓN PROPORCIONADA**

**DERECHO DE ACCESO: EL USUARIO** puede acceder, revisar, controlar y solicitar información de los datos personales proporcionados en cualquier momento.

**DERECHO DE RECTIFICACIÓN: EL USUARIO** puede solicitar la corrección o actualización de los datos personales proporcionados cuando estos sean incorrectos, irrelevantes, incompletos, desfasados, inexactos, falsos o impertinentes.

**DERECHO DE CANCELACIÓN: EL USUARIO** puede solicitar la eliminación de los datos personales proporcionados cuando estos sean incorrectos, irrelevantes, incompletos, desfasados, inexactos, falsos o impertinentes.

**DERECHO DE OPOSICIÓN: EL USUARIO** puede, basándose en motivos

fundados y legítimos relacionados con una situación particular, negarse a proporcionar sus datos personales o a que sean objeto de determinado tratamiento, así como revocar su consentimiento de forma no retroactiva.

**DERECHO DE PORTABILIDAD:** **EL USUARIO** puede solicitar una copia de los datos personales proporcionados de manera estructurada en cualquier momento.

**FUNDACIÓN AYUDINGA** se compromete a respetar y proteger los derechos de **EL USUARIO** en relación con sus datos personales y a tomar las medidas necesarias para garantizar su seguridad y confidencialidad de acuerdo con lo establecido en la Ley 81 de 2019 y otras disposiciones legales aplicables.

Al aceptar este documento, **EL USUARIO** manifiesta su pleno conocimiento y conformidad con las condiciones establecidas para el uso de su información y datos personales por parte de **FUNDACIÓN AYUDINGA** y sus socios estratégicos.

**EI USUARIO** reconoce que se le ha indicado que la **FUNDACIÓN AYUDINGA** garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su POLÍTICA DE TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES en cualquier momento. Ante cualquier modificación de dicha política, se compromete a informar a los titulares de los datos personales, a través de su página web y/o de cualquier otro medio idóneo para ello.

**EL USUARIO** declara que ha leído y conoce sus derechos, y los del menor que representa, como titulares de datos personales, que son los previstos en la Constitución y en la ley, especialmente el derecho de conocer, actualizar, rectificar y suprimir la información personal, consultar la información, solicitar prueba de esta autorización, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de los datos personales.

**EL USUARIO** declara que la información suministrada lo fue de manera voluntaria y que es correcta, veraz, verificable y actualizada, a la fecha de suscripción de la presente autorización.