



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Tecnológico Nacional de México

**Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico**

Tesis de Maestría

**“Diseño de formularios con flujos de
retroalimentación para el desarrollo de métricas de
conocimiento ”**

presentada por

Ing. Noel Nuñez Cornejo

como requisito para la obtención del grado de
Maestro en Ciencias de la Ingeniería

Director de tesis

Dr. Juan Reyes Reyes

Cuernavaca, Morelos, México. Agosto de 2026.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Coordinación de Ciencias de la Ingeniería

Cuernavaca, Mor., 01/julio/2026

OFICIO No. MCI/075/2026
CENIDET-AC-004-M14-OFICIO
Asunto: **Aceptación de documento de tesis**

DR. CARLOS MANUEL ASTORGA ZARAGOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO
PRESENTE

Por este conducto, los integrantes de Comité Tutorial de la estudiante **NOEL NÚÑEZ CORNEJO**, con número de control M23CE129, de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, le informamos que hemos revisado el trabajo de tesis de grado titulado **"DISEÑO DE FORMULARIOS CON FLUJOS DE RETROALIMENTACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉTRICAS DE CONOCIMIENTOS"** y hemos encontrado que se han atendido todas las observaciones que se le indicaron, por lo que hemos acordado aceptar el documento de tesis y le solicitamos la autorización de impresión definitiva.



DR. JUAN REYES REYES
Director de tesis

Codirector de Tesis



DR. NOÉ CASTRO SÁNCHEZ
Revisor 1



MTRO. VÍCTOR JOSUÉ RUIZ
MARTÍNEZ
Revisor 2

C.c.p. Depto. Servicios Escolares.
Expediente / Estudiante



2026
año de
Margarita
Maza

cenidet
Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico



Interior Internado S/N Col. Palmira
C.P. 62490, Cuernavaca, Morelos Tel. 01 (777) 3627770
e-mail: coord.ingenieria@cenidet.tecnm.mx | cenidet.tecnm.mx



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Subdirección Académica

Cuernavaca Mor, **05/agosto/2026**

Oficio No. SAC/233/2026

Asunto: Autorización de impresión de tesis

NOEL NÚÑEZ CORNEJO
CANDIDATO AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
P R E S E N T E

Por este conducto, tengo el agrado de comunicarle que el Comité Tutorial asignado a su trabajo de tesis titulado **"DISEÑO DE FORMULARIOS CON FLUJOS DE RETROALIMENTACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉTRICAS DE CONOCIMIENTOS"**, ha informado a esta Subdirección Académica, que están de acuerdo con el trabajo presentado. Por lo anterior, se le autoriza a que proceda con la impresión definitiva de su trabajo de tesis.

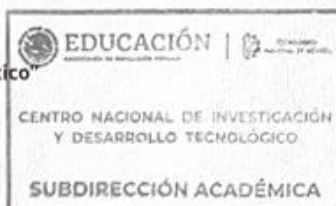
Esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica

"Conocimiento y Tecnología al servicio de México"

CARLOS MANUEL ASTORGA ZARAGOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



c.c.p. Coordinación de Ciencias de la Ingeniería
Departamento de Servicios Escolares

CMAZ/lmz



2026
año de
Margarita
Maza

cenidet
Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico



Interior Internado Palmira S/N, Col. Palmira,
C.P. 62490, Cuernavaca, Morelos Tel. 01 (777) 3627770, ext. 4106,
e-mail: acad_cenidet@tecnm.mx | cenidet.tecnm.mx

Dedicatoria

A mis padres, por confiar siempre en mí, incluso en aquellos momentos en los que yo mismo he dudado de mis capacidades. Porque saber que cuento con su apoyo y que caminan a mi lado me ha dado la fortaleza y el valor necesarios para seguir adelante.

Agradecimientos

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento y brindarme la fortaleza necesaria para superar cada dificultad presentada a lo largo de este camino.

A mi familia, por su apoyo incondicional, su comprensión y por acompañarme en cada etapa de este proceso.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de posgrado.

Al Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica, contribuir a mi crecimiento personal y proporcionar las herramientas necesarias para afrontar nuevos retos en mi desarrollo profesional.

A mi director de tesis, el Dr. Juan Reyes Reyes, por su tiempo, disposición, paciencia y constante apoyo. Su experiencia y orientación fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo.

A mis revisores, el Dr. Noe Alejandro Castro Sánchez y el Mtro. Víctor Josué Ruiz Martínez, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, así como por sus observaciones, recomendaciones y retroalimentación, las cuales contribuyeron significativamente a su mejora.

Finalmente, a mis amigos de la maestría, Karina, Andrea, Jessica, Manuel, Hugo y Rocío, por su amistad, compañía y apoyo a lo largo de esta etapa. Gracias por estar presentes y por hacer de este camino una experiencia más significativa.

Resumen

El diseño de formularios es una herramienta fundamental para la recopilación de información en procesos de investigación, evaluación y toma de decisiones. Sin embargo, gran parte de los instrumentos disponibles se centra en la obtención de datos sin proporcionar un procedimiento sistemático. Esta situación dificulta la obtención de métricas confiables que permitan caracterizar de manera objetiva habilidades, atributos o áreas de conocimiento.

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar una metodología sistemática para el diseño de formularios con flujos de retroalimentación, orientada a la obtención de métricas que permitan caracterizar sujetos de evaluación mediante procedimientos reproducibles. La metodología integra las etapas de planeación, diseño y estructuración del formulario, validación de instrumentos, recopilación y organización de datos, así como la evaluación de criterios mediante funciones matemáticas de similitud y discrepancia.

El software utilizado, es la plataforma de Workspace de Google, específicamente la herramienta de Google Forms para la recopilación de información y Google Sheets para la organización inicial de los datos. La consistencia interna de los instrumentos fue evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, mientras que la equivalencia entre formularios fue analizada mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Adicionalmente, se implementó una función de similitud basada en la distribución gaussiana y una función de discrepancia basada en la tangente hiperbólica, permitiendo representar cuantitativamente el grado de cumplimiento y desviación respecto a criterios previamente establecidos.

Los resultados obtenidos con el diseño de dos formularios, los cuales evidenciaron una adecuada consistencia interna para el formulario 1 de $\alpha = 0,81$ y para el formulario 2 de $\alpha = 0,83$ en la escala alfa de Cronbach, así como una correlación elevada entre los formularios equivalentes, con un valor de $r = 0,78$ para el formulario 1 y de $r = 0,95$ para el formulario 2. Estos dos coeficientes de validación de datos proporcionan evidencia de la confiabilidad de la metodología propuesta. Asimismo, la incorporación de funciones matemáticas permitió generar métricas continuas para la evaluación de atributos, simplificando la interpretación de los datos.

Palabras clave: Formulario, Evaluación, Métricas, Análisis de datos, Diseño.

Abstract

Form design is a fundamental tool for information collection in research, evaluation, and decision-making processes. However, many existing instruments focus primarily on data collection without providing a systematic procedure for their design and validation. This limitation hinders the development of reliable metrics capable of objectively characterizing skills, attributes, or areas of knowledge.

The objective of this research was to develop a systematic methodology for designing forms with feedback loops aimed at generating metrics to characterize evaluation subjects through reproducible procedures. The proposed methodology integrates the stages of planning, form design and structuring, instrument validation, data collection and organization, as well as criteria evaluation using mathematical similarity and discrepancy functions.

The software used in this research belongs to the Google Workspace platform, specifically Google Forms for data collection and Google Sheets for the initial organization of the collected information. The internal consistency of the instruments was assessed using Cronbach's alpha coefficient, while the equivalence between forms was evaluated through Pearson's correlation coefficient. Additionally, a similarity function based on the Gaussian distribution and a discrepancy function based on the hyperbolic tangent were implemented to quantitatively represent the degree of compliance with and deviation from predefined evaluation criteria.

The results obtained from the design of two forms demonstrated adequate internal consistency, with Cronbach's alpha coefficients of 0.81 for Form 1 and 0.83 for Form 2. Likewise, a high correlation was observed between the equivalent forms, with Pearson correlation coefficients of $r = 0.78$ for Form 1 and $r = 0.95$ for Form 2, providing evidence of the reliability of the proposed methodology. Furthermore, the incorporation of mathematical functions enabled the generation of continuous metrics for attribute evaluation, simplifying data interpretation and supporting more objective decision-making processes.

Keywords: Form, Evaluation, Metrics, Data Analysis, Design.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Estado del arte	2
1.2. Planteamiento del problema	13
1.3. Justificación	13
1.4. Objetivos	14
1.4.1. General	14
1.4.2. Específico	14
1.5. Metas	15
1.6. Alcances y Limitaciones	15
1.6.1. Alcances	15
1.6.2. Limitaciones	15
1.7. Estructura de la tesis	16
2. Marco teórico y conceptual	17
2.1. Tipos de Preguntas	20
2.2. Flujos de retroalimentación	20
2.2.1. Flujos de retroalimentación en el diseño de formularios	21
2.2.2. Validez y fiabilidad	23
2.2.3. Tamaño muestral para determinar la consistencia interna.	25
2.2.4. Escala alfa de Cronbach	26
2.2.5. Deducción de la escala alfa de Cronbach	26
2.2.6. Herramientas de software utilizadas	29
2.3. Métricas	30
2.3.1. Coeficiente de correlación de Pearson	31
2.3.2. Deducción para el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson	31
2.3.3. Funciones de similitud y discrepancia	34
2.3.4. Desarrollo de la función de similitud	37
2.3.5. Desarrollo de la función de discrepancia	40
3. Metodología para el diseño de formularios, flujos de retroalimentación y desarrollo de métricas	44
4. Resultados	48

4.1. Introducción	48
4.2. Formulario 1: evaluación de habilidades generales y específicas en un negocio de alimentos	49
4.2.1. Introducción Del formulario 1	49
4.2.2. Planeación del formulario 1	49
4.2.3. Criterios para la función de similitud del formulario 1	51
4.2.4. Criterios para la función de discrepancia del formulario 1	54
4.2.5. Interpretación de resultados del formulario 1	60
4.2.6. Análisis de correlación de Pearson del formulario 1	61
4.3. Formulario 2: evaluación de conocimiento en mantenimiento industrial	65
4.3.1. Introducción del formulario 2	65
4.3.2. Planeación del formulario 2	66
4.3.3. Criterios para la función de similitud del formulario 2	68
4.3.4. Criterios para la función de discrepancia del formulario 2	71
4.3.5. Interpretación de resultados del formulario 2	76
4.3.6. Análisis de correlación de Pearson del formulario 2	77
5. Conclusiones	82
5.1. Trabajos futuros	85
5.2. Anexos	86
5.2.1. Anexo 1: Reconocimientos	86
5.2.2. Anexo 2: Manual propuesto para el diseño de formularios.	90

Índice de figuras

2.2.1.	Diagrama de flujo de una prueba de equivalencia.	23
2.3.1.	Perfil general de la función de similitud.	39
2.3.2.	Ejemplo grafico de una función de similitud.	40
2.3.3.	Ejemplo gráfico de una función de discrepancia.	41
4.2.1.	Análisis FODA del formulario 1.	50
4.2.2.	Atributos y características a evaluar del formulario 1.	51
4.2.3.	Criterio gráfico de similitud del atributo cocinar.	52
4.2.4.	Criterio gráfico de similitud del atributo mesero.	53
4.2.5.	Criterio gráfico de similitud del atributo recepcionista.	53
4.2.6.	Criterio gráfico de similitud del atributo Lavaloz.	54
4.2.7.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo cocinar.	55
4.2.8.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo mesero.	55
4.2.9.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo recepcionista.	56
4.2.10.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo lavaloz.	57
4.2.11.	Evaluación de similitud del atributo cocina.	63
4.2.12.	Evaluación de discrepancia del atributo Cocina”.	65
4.3.1.	Análisis FODA del formulario 2.	66
4.3.2.	Atributos y características a evaluar del formulario 2.	67
4.3.3.	Criterio gráfico de similitud del atributo instalaciones eléctricas.	68
4.3.4.	Criterio gráfico de similitud del atributo torno.	69
4.3.5.	Criterio gráfico de similitud del atributo conocimiento en herramientas.	70
4.3.6.	Criterio gráfico de similitud del atributo conocimiento en soldadura.	70
4.3.7.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo instalaciones eléctricas.	71
4.3.8.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo torno.	72
4.3.9.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo conocimiento en herramientas.	72
4.3.10.	Criterio gráfico de discrepancia del atributo conocimiento en soldadura.	73
4.3.11.	Evaluación de similitud del criterio conocimiento en instalaciones eléctricas.	79
4.3.12.	Función de discrepancia con la evaluación del atributo conocimiento en instala- ciones eléctricas”.	81

Índice de tablas

1.1. Comparación de funciones utilizadas para la representación de criterios de evaluación.	12
2.1. Ejemplo de un puntaje de intervalo continuo	27
2.2. Interpretación de los rangos y su significado de la escala Alfa de Cronbach.	29
2.3. Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.	33
2.4. Comparativa de las ventajas y desventajas al implementar la función gaussiana. . .	34
2.5. Ventajas y características generales de la función similitud y discrepancia.	36
2.6. Comportamiento de la variable β con diferentes valores.	43
4.1. Criterio cualitativo del atributo cocinar.	49
4.2. Criterio cualitativo del atributo mesero.	50
4.3. Criterio cualitativo del atributo recepcionista.	51
4.4. Criterio cualitativo del atributo lavaloz.	51
4.5. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo cocinar.	52
4.6. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo mesero.	52
4.7. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo recepcionista. . . .	53
4.8. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo lavaloz.	54
4.9. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo cocinar.	55
4.10. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo mesero.	55
4.11. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo recepcionista. . .	56
4.12. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo lavaloz.	56
4.13. Mapa de contenido y flujo de navegación	58
4.14. Base de datos con los puntajes totales del formulario.	60
4.15. Base de datos con los puntajes totales de la prueba de equivalencia del formulario. .	61
4.16. Evaluación de criterios con función de similitud del formulario 1.	62
4.17. Evaluación de criterios con función de discrepancia del formulario 1.	63
4.18. Criterio cualitativo del atributo conocimiento en instalaciones eléctricas.	67
4.19. Criterio cualitativo del atributo conocimiento en torno.	67
4.20. Criterio cualitativo del atributo conocimiento en herramientas.	67
4.21. Criterio cualitativo del atributo conocimiento en soldadura.	68
4.22. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en instalaciones eléctricas.	68
4.23. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en torno.	69

4.24. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en herramientas.	69
4.25. Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en soldadura.	70
4.26. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo instalaciones eléctricas.	71
4.27. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo torno.	71
4.28. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo conocimiento en herramientas.	72
4.29. Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo soldadura. . . .	73
4.30. Mapa de Contenido del formulario 2.	75
4.31. Base de datos con los puntajes totales del formulario 2.	76
4.32. Base de datos con los puntajes totales de la prueba de equivalencia del formulario 2. .	77
4.33. Evaluación de criterios con función de similitud del formulario 2.	78
4.34. Evaluación de criterios con función de discrepancia del formulario 2.	80

Capítulo 1

Introducción

La recopilación y análisis de información son actividades fundamentales en la investigación científica y en los procesos de toma de decisiones dentro de ámbitos como la educación, la industria, la salud y la administración. En estos contextos, los formularios representan uno de los instrumentos idóneos para obtener información sobre conocimientos, habilidades, competencias o características específicas de una población. Sin embargo, en algunos casos, estos instrumentos se limitan a recopilar datos sin proporcionar un procedimiento sistemático que permita transformar las respuestas obtenidas en métricas cuantificables que faciliten su interpretación y comparación.

El diseño de un formulario no consiste únicamente en redactar interrogantes. La calidad de la información obtenida depende de la adecuada identificación del problema, la definición de objetivos de evaluación, la selección de atributos y criterios, la formulación de preguntas, la validación del instrumento y el análisis de los datos recopilados. Cuando estos elementos no se encuentran estructurados dentro de una metodología, los resultados pueden presentar inconsistencias que afectan la confiabilidad de las conclusiones y limitan su utilidad para apoyar la toma de decisiones.

Diversos trabajos han abordado aspectos relacionados con la construcción y validación de cuestionarios, principalmente desde la psicometría y las ciencias sociales, enfatizando procedimientos para evaluar la confiabilidad y validez de los instrumentos. Asimismo, el desarrollo de plataformas digitales ha facilitado la implementación de formularios electrónicos y la automatización de la recopilación de datos. No obstante, existe una menor atención hacia metodologías que integren, de manera sistemática, el diseño del instrumento con mecanismos que permitan representar cuantitativamente el grado de cumplimiento de criterios, previamente definidos mediante funciones matemáticas y métricas de evaluación.

En respuesta a esta necesidad, la presente investigación propone una metodología para el diseño de formularios con flujos de retroalimentación orientada al desarrollo de métricas cuantificables. La metodología incorpora un proceso iterativo que comprende la identificación del problema, la definición de objetivos, la estructuración de atributos y criterios de evaluación, la formulación de interrogantes, la validación del instrumento mediante procedimientos estadísticos y la evaluación de las respuestas a través de funciones matemáticas diseñadas para representar distintos compor-

tamientos de los criterios establecidos.

Como parte de esta propuesta se desarrollan dos funciones de evaluación complementarias. La primera corresponde a una función de similitud basada en la distribución gaussiana, diseñada para medir el grado de cercanía entre los resultados obtenidos y un criterio ideal. La segunda consiste en una función de discrepancia fundamentada en la tangente hiperbólica, la cual permite identificar y cuantificar desviaciones positivas o negativas respecto al criterio de evaluación. En conjunto, estas funciones proporcionan mecanismos para transformar respuestas cualitativas en indicadores cuantificables que facilitan el análisis comparativo y la interpretación de resultados.

La metodología fue aplicada mediante el desarrollo y validación de dos formularios digitales implementados en Google Forms, correspondientes a diferentes casos de estudio. Los instrumentos fueron sometidos a procesos de validación de consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach y a pruebas de estabilidad utilizando formularios equivalentes con el análisis de correlación de Pearson.

Los resultados obtenidos evidencian que la metodología permite construir formularios confiables y generar métricas útiles para caracterizar atributos evaluados, proporcionando una herramienta adaptable a diversos contextos donde la evaluación es un elemento fundamental para la toma de decisiones.

1.1. Estado del arte

A principios del año 1920, las metodologías dedicadas a la construcción de cuestionarios han estado basadas en las influencias dentro y fuera de la psicología. Al inicio, la mayoría se fundamentaba de forma empírica en la redacción de las interrogantes que se utilizaban en la construcción de un cuestionario, así como en su contenido.

Algunos autores coinciden en que los primeros instrumentos de recolección de información se construyeron principalmente sobre la premisa del conocimiento intuitivo de los conceptos existentes. El autor Kelley (1948), desarrollo los primeros inventarios de intereses en 1914 en donde reunió un grupo de expertos para determinar de manera democrática qué interrogantes se utilizarían en la prueba de medición. Aunado a ello, pocos años después se introdujo la selección de interrogantes y la evaluación basada en criterios externos (Strong Jr, 1926).

Tiempo después el autor Ream (1924), también realizo trabajo enfocados al desarrollo de constructos, implementando un proceso empírico para una escala de éxito de un vendedor, comparando las respuestas de vendedores exitosos y no exitosos. Esto dejó antecedentes clave en sus técnicas estadísticas, dejando margen para el desarrollo de enfoques más complejos que tienen en cuenta la relación entre el comportamiento y la medida. En el transcurso de los años se establecieron teorías formales para el diseño de test, fomentando el desarrollo de metodologías que se conjuntan en desarrollo y construcción de escalas. En paralelo, el crecimiento exponencial de estudios psicológicos y la psicología cognitiva coadyuvaron al desarrollo de métodos de construcción basados en el análisis

de contenido de los test, la investigación empírica y las relaciones que existen entre conceptos de distintos autores.

Con el paso de los años durante la década de los noventa se realizaron importantes esfuerzos para la construcción de sistemas de evaluación de gran escala en América Latina. A treinta años del inicio de su implementación, aun es relevante realizar un análisis de cuáles han sido los avances, aprendizajes y retos para definir áreas en las cuales se puede aportar información (Galas Taboada et al., 2020).

Sin embargo, en el ámbito de las ciencias sociales, ha favorecido el desarrollo de la investigación cualitativa como un nuevo paradigma en la generación de conocimientos, una postura opuesta de los métodos de investigación cuantitativa, que funge como medición alterna de los atributos y características que no son medibles de forma tangible, por lo antes mencionado, la medición cuantitativa aporta información de gran importancia en temas con poco estudio, esto se puede clasificar como un indicador que ayuda en el desarrollo y la mejora continua.

De acuerdo con el autor Balcázar Nava et al. (2013), plantea que cuando se realiza una investigación desde el paradigma cualitativo el investigador está orientado a no sólo adquirir información, sino a aprender de experiencias y puntos de vista de otros individuos, valorar procesos y generar teorías desde la perspectiva de los informantes. También el autor Rizo (2008), menciona que en los años, se inició una revisión de las teorías psicométricas utilizadas, para el año 2008 la mayoría de los países en la región como Brasil, Chile, Guatemala, Argentina y Ecuador, utilizaban pruebas en las que los resultados se reportaban por niveles de logro, en vez de puntajes siendo una forma de representar los datos en métricas de distinta naturaleza a lo que comúnmente se acostumbra dado que existe una tendencia a representar una evaluación con valores cuantitativos y no cualitativos.

El autor Fernández-Ballesteros (1993), considera que la evaluación psicológica se plantea como aquella disciplina de la psicología científica que se ocupa de la exploración y análisis del comportamiento de un sujeto o grupo de sujetos. También de la medición de los niveles de complejidad que estime el enfoque de la evaluación:

- Motor
- Fisiológico
- Cognitivo

También con distintos objetivos básicos y aplicados:

- Detección
- Descripción
- Diagnóstico
- Selección
- Orientación

- Investigación
- Intervención

Por medio de un proceso de toma de decisiones en el que se conjuntan, utilizan y aplican una serie de dispositivos, formularios y técnicas de medida y/o evaluación.

De acuerdo con el autor House and Howe (1999), en el campo de la evaluación, sus aportes se distinguen por su originalidad y su dedicación en búsqueda de la coherencia en el trabajo evaluativo. De acuerdo con este autor, la evaluación es un proceso deliberativo, siendo que el evaluador trabaja para producir evidencias coherentes del contexto de la evaluación, consistentes con los hechos y los criterios utilizados en la evaluación porque:

- La evaluación es más que una descripción.
- La evaluación incorpora el acto de enjuiciar.
- El enjuiciar requiere aportar evidencias.
- El argumento del juicio debe ser consistente con la determinación de mérito especificando los criterios empleados.
- Los criterios son normas, estándares o juicios específicos que ayudan a precisar, a darle forma y definir el valor de una acción, un programa, un proyecto o una decisión.
- Los criterios se establecen teniendo como referencia a los “consumidores” o “beneficiarios” típicos del producto, y estos criterios deben ser priorizados.
- El diseño y la formulación de criterios necesitan más desarrollo.

También se dice, que las evaluaciones psicológicas es un procedimiento multirrasgo, ya que se pueden evaluar diferentes atributos de un sujeto, multimétodo, puesto que se utiliza más de un método de obtención de información y/o multijueces, esto es, que participe más de un evaluador a lo largo del proceso. Se trata así de un concepto típicamente multidimensional, el autor Landazabal (1998) plantea que, para que un proceso se pueda considerar como evaluación psicológica, debe reunir tres requisitos indispensables como:

- a) La determinación de un contexto y un objetivo, esto es, un evaluador, un evaluado, una técnica o procedimiento de medida y una interpretación de los valores obtenidos
- b) La existencia de un marco teórico que permita la ubicación de las hipótesis.
- c) Poseer un sistema de categorías que permita la clasificación del evaluado.

Diseño de instrumentos de evaluación

De acuerdo con Siniscalco and Auriat (2005), la investigación por encuestas implica el uso de algún tipo de cuestionario, siendo un instrumento que puede asociarse a un caso de investigación, sin embargo, es posible que no sea directamente la única opción a disposición para recopilar información. Existen opciones alternas con un mismo enfoque, que podrían ayudar a no desarrollar un formulario desde cero. Es posible que ya existan antecedentes en otras fuentes, por ejemplo,

censos realizados por gobierno, agencias de investigación o en repositorios de investigación de encuestas y por último investigar si ya existe un formulario adecuado que pueda utilizarse en su totalidad (situación poco probable) o adaptar parcialmente uno existente.

En el proceso de redacción de interrogantes, existen distintos tipos de presentaciones para las interrogantes, algunos diseños exigen al evaluado construir la respuesta de la interrogante, cómo las preguntas abiertas en las que el sujeto debe elaborar totalmente lo que se le plantea.

Ejemplo 1: "Describa la función de un arduino", también son abiertas las interrogantes de complemento de información, estas exigen al evaluado que añada uno o más elementos de una oración.

Ejemplo 2: "El..... es de gran importancia en la automotriz. Otros formatos, en cambio ofrecen al sujeto diversas opciones de respuesta, pidiéndole elegir las que reconozca como correctas.

El formato de elección múltiple se a consolidado como el más usual, consistente en un enunciado o pregunta que se completa con varias opciones de respuesta entre las que el sujeto debe identificar la única correcta (Siniscalco and Auriat, 2005). Sin embargo, comúnmente se plantea una interrogante de partida en el contexto de una investigación, esta es, ¿por qué un nuevo formulario?.

Teniendo presente la evolución constante del entorno, actualmente es importante analizar recursos de investigación alternos a un formulario, con el objetivo encontrar antecedentes previos que puedan contribuir a comprender el contexto del caso de estudio, sin embargo, existe la posibilidad de no encontrar información necesaria para su uso en el caso de estudio, surgiendo la necesidad de implementar una herramienta para la recolección de datos valida (Rodríguez and Reguant, 2020).

Desde la perspectiva latinoamericana, la tendencia al uso de cuestionarios se centra comúnmente en instrumentos contruidos en otras latitudes y luego traducidos y validados en el contexto local. Destacando la validez en el contexto local, priorizando estudios de psicología educativa al estudiar, entre otros temas (Aiello et al., 2014). Por otra parte, la digitalización de herramientas en el ámbito educativo es una tendencia latente en constante desarrollo, estas influyen directamente en las investigaciones científicas. También se debe analizar con una postura crítica a la utilidad de los procesos automatizados que las herramientas digitales nos ofrecen, "facilitando" el proceso de recolección de datos y evaluación de criterios. Sin embargo, constantemente se presentan limitaciones de estas herramientas, de primera instancia, se perciben como satisfactorias, teniendo presente el enfoque cualitativo de las variables.

En la literatura, se menciona el concepto de cuestionario, descrito como un documento físico o digital que sirve para recopilar información de manera estructurada, almacenarla, analizarla y ser utilizada con un fin específico. Una de las mayores innovaciones incorporadas ha sido su digitalización al formato online, el cual ofrece ventajas significativas como el ahorro ecológico, monetario y tiempo de impresión. Con el formato digital su difusión se diversifica a gran escala teniendo en cuenta la facilidad con la que se relacionan las personas con la tecnología, computadoras, celulares y medios digitales alternos, mediante el envío, copia del enlace o el escaneo de un código QR (Aliseda et al., 2022). Comúnmente los formularios pueden ser desarrollados para evaluaciones directas y con poco análisis de sus resultados, conocido como **formulario ordinario**, este concepto de

concentra el diseño de un formulario con estructura sencilla y poco formal.

Formularios digitales como instrumentos para la recolección de datos

La transformación digital ha modificado significativamente los procesos de recopilación y análisis de información en diversos ámbitos de investigación. Entre las herramientas más utilizadas para este propósito se encuentran los formularios digitales, los cuales permiten capturar, almacenar y procesar datos de manera automatizada mediante plataformas accesibles a través de internet.

La digitalización de formularios se sitúa como una evolución de los cuestionarios tradicionales en formato impreso, incorporando ventajas relacionadas con la accesibilidad, reducción de costos operativos, disminución de errores de captura y disponibilidad inmediata de los datos recopilados. Estas características han favorecido su adopción en investigaciones académicas, procesos organizacionales, evaluaciones educativas y estudios de mercado, donde la eficiencia en la recolección de información resulta un factor relevante (Dillman et al., 2014).

Diversos autores señalan que los instrumentos digitales permiten incrementar la rapidez en la obtención de respuestas, facilitar el seguimiento de los participantes y simplificar las etapas posteriores de organización y análisis de datos. Asimismo, la automatización de los procesos de almacenamiento contribuye a reducir errores humanos asociados a la transcripción manual de información, mejorando la integridad de los datos recopilados (Jansen and Corley, 2007).

Entre las plataformas más utilizadas para la implementación de formularios digitales se encuentran Google Forms, Microsoft Forms y SurveyMonkey, las cuales proporcionan mecanismos para el diseño de cuestionarios, distribución mediante enlaces electrónicos y almacenamiento estructurado de respuestas. Estas herramientas permiten incorporar diferentes tipos de preguntas, tales como preguntas abiertas, selección múltiple, escalas de valoración y campos numéricos, adaptándose a distintos contextos de evaluación.

Adicionalmente, las plataformas modernas de formularios digitales suelen integrarse con herramientas de análisis y gestión de datos. En particular, Google Forms mantiene una integración directa con Google Sheets, permitiendo que las respuestas recopiladas sean almacenadas automáticamente en hojas de cálculo. Esta funcionalidad facilita la organización de la información, el desarrollo de análisis estadísticos y la generación de reportes, sin requerir procesos adicionales de captura o transferencia de datos (Rubio and Rodríguez, 2023).

No obstante, la utilización de formularios digitales también presenta desafíos relacionados con el diseño de los instrumentos, la redacción adecuada de interrogantes y la validación de los datos obtenidos. La calidad de la información recopilada depende en gran medida de la estructura del formulario, la claridad de los reactivos y la consistencia de los criterios de evaluación utilizados. Por esta razón, la construcción de metodologías que permitan diseñar, validar y analizar formularios digitales se sitúa como un área de interés creciente dentro de los procesos de evaluación y medición.

De acuerdo con Gättgens (2002a), cada situación a evaluar corresponde a un problema y a un contexto único, siendo que estos métodos evaluativos no pueden aplicarse ciegamente en un contexto, dado que no hay fórmula infalible. Si el evaluador requiere aplicar alguna metodología, sin

profundizar en el análisis del contexto, existe una alta probabilidad de fracasar en su tarea. La mayor parte de la tarea evaluativa requiere formular las interrogantes acertadas y la determinación de criterios de interés individual para analizar el objeto evaluado. Los reactivos operan a manera de guías que orientan el planeamiento y la ejecución del ejercicio evaluativo.

De acuerdo con el autor House and Howe (1999), en la identificación, formulación de interrogantes, diseño de criterios de evaluación y la combinación de resultados, no hay acuerdos definitivos en el campo de la evaluación. La formulación de criterios es un elemento clave, aunque no existen reglas definidas para su estructuración, aún cuando esa sea la situación que prevalece en el campo de la evaluación, es necesario que se propongan a nivel general las principales preocupaciones del caso de estudio en la definición de criterios en el ejercicio evaluativo.

A continuación se desarrollan pautas importantes para establecer un criterio:

- Los criterios de la evaluación: Estos deben derivarse sustancialmente de la naturaleza del producto mismo (el programa o proyecto) y de la función para la cual el producto (programa o proyecto) fue creado.
- El análisis del contexto del programa: Este requiere la especificación de las audiencias, el propósito de la evaluación y la utilización que se le dará a los resultados.
- En el análisis del contexto: El evaluador debe identificar los aspectos clave en el ambiente social que rodea el programa o proyecto (pobreza, demandas sociales, barreras burocráticas, restricciones políticas, etc.) y que constituyen los principales condicionantes del programa o proyecto. El evaluador define el problema examinando e investigando estos elementos para alcanzar una primera visión del contexto y su relevancia.

Para la identificación y el análisis de estos aspectos, el evaluador buscará responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son los principales aspectos /problemas en el contexto relacionados con la intencionalidad y la misión del programa o proyecto?
- ¿Quiénes conforman las audiencias e interesados en la evaluación?
- ¿Los resultados del programa o proyecto han contribuido a reducir los problemas identificados en el contexto?

En un trabajo del autor Weiss (2021), redactó una lista de los tipos de usos de evidencia científica, en busca de clarificar el concepto particular, de acuerdo al rol que esta información toma en un caso de estudio, en un corto periodo de tiempo la clasificación tuvo evoluciones de 1997 a 1998, estableciendo la versión final de estos usos como se muestran a continuación:

- Uso conceptual: aún sin llegar a efectuar cambios, los participantes modifican y enriquecen su concepción de la situación o programa. Se identifican fortalezas y debilidades que podrán ser consideradas en casos específicos.
- Uso persuasivo: los resultados se utilizan para sustentar decisiones previamente tomadas que

requieren legitimidad.

- **Uso instrumental:** los resultados influyen en la toma de decisiones sobre un programa o política. Su uso implica tres condiciones: Los resultados no generan controversia ni presentan conflicto de intereses, los cambios sugeridos son relativamente sencillos de implementar, el entorno de implementación permanece prácticamente estable. En casos particulares también se puede recurrir a los resultados para informar decisiones.
- **Uso “ilustrado”:** Hace referencia a situaciones en las que los resultados tienen efectos más allá del ámbito directo de la evaluación, impactando eventos e instituciones externas. Por ejemplo, las revisiones de literatura o la integración de conclusiones de distintos estudios sobre un mismo tema o programa pueden generar debate entre académicos, actores políticos y grupos de cabildeo, lo que a su vez influye en la agenda pública, los enfoques de política y las percepciones y creencias dentro de las comunidades.

Una perspectiva de la evaluación psicológica es que no se limita únicamente a aplicar pruebas o instrumentos con el objetivo de conocer el estado actual de una persona o grupo en relación con algún atributo o problema psicológico. En otras palabras, este paso inicial forma parte de un proceso orientado a la toma de decisiones.

De acuerdo con el autor Borja (2004), el proceso adjunta la definición de objetivos, la elección de técnicas y estrategias de intervención, aunado a una evaluación constante de verificación e identificar el alcance de los objetivos propuestos, de igual forma, identificar obstáculos que puedan surgir, y por último evaluar al final para determinar si se lograron los objetivos planteados. En este sentido, la evaluación no es un fin en sí mismo, sino que tiene un propósito práctico, dado que el constructo está al servicio de la psicología su meta no es únicamente explicar, sino ofrecer soluciones prácticas para la intervención.

A continuación se enlistan las pautas planteadas para el diseño de un formulario:

- Identificación del caso de estudio.
- Identificación de los atributos a evaluar.
- Identificación de las características a evaluar por atributo.
- Planificación del formulario.
- Redacción de las interrogantes.
- Corrección de errores de diseño y validación.
- Aplicación real.
- Evaluación de la información recopilada.
- Toma de decisiones.

De acuerdo con el autor de Tests (2014), menciona que las investigaciones socioeducativas en las que se construyen, adaptan o utilizan instrumentos cuantitativos pueden beneficiarse del cálculo de

fiabilidad con la que un formulario se sustenta. Las organizaciones de investigación deben constatar que los cuestionarios o formularios que utilizan cumplen los estándares de fiabilidad y validez que la comunidad científica considera, en parte para el ámbito de investigación como en su desarrollo de aplicación.

De acuerdo con varios autores Campo-Arias and Oviedo (2008), Barrios and Cosculluela (2013) y Prieto and Delgado (2010), coinciden que es necesario y válido realizar los cálculos de fiabilidad dado que ésta puede variar según la población estudiada. Este término de fiabilidad tiene que ver con la consistencia de la medición. La fiabilidad se concibe como la estabilidad de las medidas cuando el proceso de medición se repite o aquella propiedad que valora la consistencia y precisión de la medida.

Antecedentes metodológicos para adaptar, validar y estandarizar los cuestionarios

La validez y confiabilidad de un formulario son aspectos fundamentales para garantizar la calidad de la información recolectada. La validez permite determinar si el instrumento realmente mide lo que se pretende evaluar, mientras que la confiabilidad asegura la consistencia y estabilidad de los resultados obtenidos. En el protocolo general para impartir de forma exitosa un cuestionario o formulario se debe tener presente el concepto de generalización, enfocando las limitaciones que señala Muñiz Fernández et al. (2003), en La Teoría Clásica de los Test.

- 1) La población debe compartir condiciones semejantes a las originales en las que se desarrolló el instrumento.
- 2) Otra limitación es que los cuestionarios deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse en semejantes condiciones y circunstancias de aplicación.

En las ciencias físicas la elaboración de instrumentos se deriva de la **teoría de la medida** en la que están inmersos y de una tecnología que permite medir sus objetos de estudio, los instrumentos de evaluación psicológica responden a una teoría de la medida la cual necesita demostrar su utilidad y validez científica (Martínez Arias, 1995).

La psicometría es una rama relativamente reciente de la psicología con origen en los primeros trabajos de Spearman de 1904 a 1913 teoría clásica de los test (Muñiz Fernández et al., 2010), cuyo objetivo era encontrar un modelo estadístico que fundamentase las puntuaciones de los tests y permitiera la estimación de los errores de medición asociados a todo proceso de medición. A este modelo se le conoce como el modelo lineal clásico de Spearman, actualmente perdura en la Teoría Clásica de los Tests, y se expresa como: $X = V + e$, en donde X es la puntuación empírica de un sujeto, V es la puntuación verdadera y e es el término de error. De aquí se sigue que la puntuación de un sujeto en una prueba es igual, a la puntuación verdadera, que nunca se puede conocer, más el error de medición. Mientras en la prueba el valor de confiabilidad sea mayor y menor sea el error, la puntuación empírica se acercará más a la puntuación verdadera. Se debe reconocer que toda medida psicológica, al igual que las medidas de la ciencia, contienen un término de error.

Este fue un gran avance para la evaluación psicológica, ya que entonces se empieza a considerar que no basta el juicio humano para determinar los atributos psicológicos, y que los instrumentos

de evaluación psicológica deben intentar, al igual que los instrumentos de las ciencias físicas, medir con precisión (Borja, 2004).

Escalas de correlación

La confiabilidad tipo consistencia interna se refiere al grado en que los ítems de una escala se correlacionan entre ellos. La consistencia interna se calcula con la fórmula 20 de Kuder-Richardson para las escalas dicotómicas y el coeficiente de alfa de Cronbach para escalas politómicas. La consistencia interna se considera aceptable cuando se encuentra entre 0.70 y 0.90, para determinar la consistencia interna de una escala de veinte ítems se necesitan entre cinco y veinte participantes por cada ítem. La consistencia interna de un instrumento varía según la población en que se aplica (Oviedo and Campo-Arias, 2005).

Escala alfa de Cronbach

El coeficiente Alfa de Cronbach es una medida estadística utilizada para evaluar la consistencia interna de un instrumento de medición, permitiendo determinar el grado en que un conjunto de ítems mide de manera homogénea un mismo constructo o dimensión de interés. Fue propuesto por Lee J. Cronbach en 1951 y constituye uno de los indicadores con mayor aplicación en la actualidad para la validación de cuestionarios, escalas y formularios.

La consistencia interna hace referencia al nivel de correlación existente entre los ítems que conforman un instrumento. Un valor elevado del coeficiente indica que las preguntas presentan un comportamiento coherente y que contribuyen conjuntamente a la medición del fenómeno evaluado. Por el contrario, valores reducidos sugieren que algunos ítems podrían no estar relacionados con el constructo analizado o que existen problemas en la formulación del instrumento (Oviedo and Campo-Arias, 2005).

El coeficiente Alfa de Cronbach toma valores comprendidos entre 0 y 1, donde los valores cercanos a 1 representan una mayor confiabilidad. De manera general, se considera que valores inferiores a 0.60 indican una consistencia interna insuficiente, valores entre 0.70 y 0.80 representan una confiabilidad aceptable, mientras que valores superiores a 0.80 reflejan una buena consistencia interna. No obstante, la interpretación de estos rangos debe realizarse considerando el contexto de aplicación, el número de ítems y las características de la población evaluada (Oviedo and Campo-Arias, 2005).

Matemáticamente, el coeficiente Alfa de Cronbach se calcula a partir de la varianza individual de cada ítem y de la varianza total del instrumento, permitiendo estimar la proporción de la varianza total atribuible a la consistencia interna de la escala. Debido a su capacidad para evaluar la confiabilidad de instrumentos compuestos por múltiples interrogantes, esta métrica es ampliamente utilizada durante las etapas de validación y mejora de formularios.

Función: Un investigador trata de medir una cualidad no directamente observable (por ejemplo, la inteligencia) en una población de sujetos. Para ello mide n variables que sí son observables (por ejemplo, n respuestas a un cuestionario o un conjunto de n problemas lógicos de cada uno de los sujetos. Se supone que las variables están relacionadas con la magnitud inobservable de interés.

En particular, las n variables deberían realizar mediciones estables y consistentes, con un elevado nivel de correlación entre ellas. El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las n variables observadas.

De acuerdo con el autor López-Roldán et al. (2015), menciona que en el ámbito de las ciencias humanas, la medición se caracteriza diferente en comparación a otras disciplinas, dado que, no se dispone de instrumentos con las cualidades que ofrece un flexómetro, un termómetro o un velocímetro, por mencionar algunos, el diseño y la construcción de instrumentos de medida es una labor que no se exenta de la complejidad. En este contexto, la medición tiene que ver con asignarle valores alfanuméricos a una magnitud o propiedad característica observable en un fenómeno determinado a través de unos indicadores (Alvarez and Martínez-Olmo, 2014).

Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente se representa mediante la letra (r) y adopta valores comprendidos entre -1 y 1. Un valor positivo indica que ambas variables tienden a aumentar o disminuir conjuntamente, mientras que un valor negativo indica una relación inversa. Por otra parte, un valor cercano a cero sugiere la ausencia de una relación lineal significativa entre las variables analizadas (Hernández Lalinde et al., 2018).

Dentro del ámbito de la evaluación y validación de instrumentos, este coeficiente es ampliamente utilizado para determinar la consistencia entre diferentes versiones de una misma prueba, estudios test-retest, formularios equivalentes y procesos de validación comparativa. Valores elevados de correlación sugieren que ambos instrumentos presentan comportamientos similares frente a los sujetos evaluados, proporcionando evidencia favorable sobre la estabilidad de las mediciones realizadas.

Construcción a escala: El autor Oosterveld et al. (1996), menciona que la sección de las interrogantes y la construcción de la escala se basa en el juicio de los expertos o del constructor. En este paso, se evalúa cada reactivo con respecto a su cobertura del concepto. Normalmente, la evaluación la realiza un equipo y la decisión de excluir un ítem se basa en una votación. Además, los expertos pueden proporcionar puntuaciones de corte (apto/no apto) o categorías interpretativas (criterios de diagnóstico), sin embargo, confiar únicamente en la racionalidad de los jueces para la selección de las interrogantes es actualmente poco común. Por supuesto, esta selección podría verse facilitada, por ejemplo, por un análisis de fiabilidad, un procedimiento de este tipo podría mejorar el cuestionario.

El autor Fan and Thompson (2003) , plantea que las respuestas entregadas por un sujeto que conteste un mismo formulario en diferentes momentos, bajo las mismas condiciones externas e internas, las variaciones de las puntuaciones en las pruebas recopiladas serían el indicativo de un nivel de fiabilidad de la medida, sin embargo, es prácticamente imposible que se den las mismas condiciones internas y externas de igual forma que aplicar el mismo formulario a los mismos sujetos en varias ocasiones bajo demanda, motivó por el que la medida del nivel de fiabilidad es hipotética. Es importante no olvidar que la fiabilidad es una propiedad de las puntuaciones de un cuestionario o una escala para un grupo determinado de personas pertenecientes a una muestra concreta.

Funciones de similitud y métricas para la evaluación de atributos

La representación cuantitativa de atributos cualitativos, se percibe como una problema recurrente en disciplinas relacionadas con la evaluación, la teoría de decisiones y el análisis de datos. Debido a variedad de fenómenos que no pueden medirse de forma tangible, diversos autores han desarrollado metodologías orientadas a transformar características subjetivas en valores numéricos que faciliten su interpretación y comparación.

Dentro de estos enfoques destacan las funciones de membresía utilizadas en lógica difusa, las cuales permiten representar grados de pertenencia dentro de un intervalo continuo. Estas funciones han sido empleadas para modelar incertidumbre y evaluar el cumplimiento de criterios mediante funciones triangulares, trapezoidales y gaussianas. Su principal ventaja radica en la capacidad de representar transiciones graduales entre estados de cumplimiento y no cumplimiento, evitando clasificaciones estrictamente binarias (Zadeh, 1965).

Varios autores se enfocaron en variedad de trabajos especializados al desarrollo de diversas métricas de similitud y distancia destinadas a comparar observaciones respecto a patrones de referencia. Entre las más utilizadas se encuentran la distancia euclidiana, la cual permite cuantificar la diferencia entre observaciones mediante métricas geométricas. La distancia euclidiana representa la medida más simple de separación entre dos puntos, mientras que la distancia de Mahalanobis incorpora la correlación existente entre variables para mejorar la discriminación en espacios multidimensionales (Mahalanobis, 2018).

La similitud coseno, las cuales han encontrado aplicaciones en reconocimiento de patrones, minería de datos, clasificación de objetos y sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Estas métricas permiten cuantificar el grado de proximidad entre un individuo y un criterio previamente establecido, facilitando la construcción de indicadores comparables Harter (1984).

Tabla 1.1: Comparación de funciones utilizadas para la representación de criterios de evaluación.

Método	Rango	Interpreta desviación positiva y negativa	Requiere criterio ideal	Aplicable a formula
Función gaussiana (propuesta)	0 a 1	No	Sí	Muy alta
Función Tanh (propuesta)	-1 a 1	Sí	Sí	Muy alta
Membresía triangular	0 a 1	No	Sí	Alta
Membresía trapezoidal	0 a 1	No	Sí	Alta
Distancia euclidiana	0 a ∞	No	Sí	Media
Similitud coseno	-1 a 1	Parcial	No	Media

En este contexto, se propone adaptar una función de similitud basada en la distribución gaussiana y una función de discrepancia fundamentada en la tangente hiperbólica. La función de similitud permite cuantificar el grado de cercanía respecto a un criterio ideal mediante una respuesta continua y simétrica alrededor del valor objetivo. Por otra parte, la función de discrepancia proporciona información adicional sobre la dirección de la desviación, permitiendo distinguir entre resultados

que se encuentran por encima o por debajo del criterio establecido. La combinación de ambas funciones proporciona una representación complementaria del comportamiento evaluado, favoreciendo la interpretación de resultados y el desarrollo de métricas aplicables a formularios de evaluación.

1.2. Planteamiento del problema

El crecimiento del uso de formularios digitales en contextos educativos, empresariales y organizacionales ha generado la necesidad de contar con herramientas de evaluación capaces de recopilar información de manera confiable y estructurada. Sin embargo, existen huecos para el diseño integral de estos, dejando la posibilidad el uso de formularios poco estructurados, con un bajo nivel de fiabilidad, información inconsistente o incompleta, afectando la calidad de la información obtenida y la toma de decisiones derivada de dichos resultados.

Actualmente existen herramientas estandarizadas para la evaluación de aptitudes, habilidades o conocimientos, estas suelen estar enfocadas principalmente en contextos formales y especializados, desatendiendo sectores donde los procesos de evaluación carecen de estructura e información confiable. El problema se fortalece, cuando los formularios son diseñados sin procesos de retroalimentación, pruebas piloto o mecanismos que permitan verificar la coherencia y autenticidad de las respuestas proporcionadas por los encuestados.

Además, la gran cantidad de información recopilada mediante formularios digitales representa un reto adicional, ya que en muchos casos no se cuenta con metodologías adecuadas para analizar los datos obtenidos y transformarlos en métricas útiles para la identificación de perfiles, habilidades o criterios específicos requeridos por un caso de estudio. Como consecuencia, la evaluación de sujetos o candidatos puede volverse subjetiva, lenta y poco precisa. Ante esta situación, surge la necesidad de desarrollar una metodología sistemática para el diseño de formularios estructurados que incorpore mecanismos de retroalimentación y validación del constructo, permitiendo:

- Mejorar la interacción del usuario con el instrumento de evaluación.
- Aumentar la confiabilidad de las respuestas y facilitar el desarrollo de métricas coherentes
- Analizar la información recopilada de manera objetiva y eficiente.

1.3. Justificación

La presente investigación se justifica ante el interés de medir atributos y no asignar un valor de aprobación o rechazo, en este sentido, conocer la variedad de matices que puede representar un mismo resultado y conocer los parametros con exactitud de las respuestas que un evaluado entregue, esto con evaluaciones desarrolladas para medir aptitudes o habilidades que un caso de estudio demande.

Socialmente dentro del contexto empresarial u organizaciones, destaca el interés por el recurso humano como una ventaja competitiva. Las mejores organizaciones triunfan no por el talento que

tienen, sino porque cuentan con personal adecuado. Sólo si se encuentra un equilibrio entre el rendimiento y la satisfacción laboral excepcional (Vaiman and Vance, 2010), es importante contar con un método de evaluación para cada sujeto. Sin embargo, se busca plantear el resultado de la investigación con características superiores a una evaluación ordinaria, teniendo en cuenta que los formularios tradicionales carecen de estructuras que orienten a un correcto llenado del mismo, lo que puede derivar en información incompleta, errores o ambigüedades, perjudicando la calidad de la información recopilada y la toma de decisiones.

En el clima económico actual, se dice que contratar a las mejores personas es crucial para seguir siendo competitivo. También se dice que los métodos tradicionales de entrevista, hasta cierto punto, no logran captar la complejidad de identificación sobre quién es realmente el adecuado para una área de desarrollo personal o laboral (Vaiman and Vance, 2010).

El primer objetivo: plantea que se logre el diseño de formularios válidos y confiables.

El segundo objetivo: plantea la implementación de procesos de retroalimentación dentro de un mismo formulario, esto implica validar la consistencia de las respuestas entregadas por el sujeto realmente sean verdaderas

El tercer objetivo: plantea el desarrollo de métricas de distinta naturaleza, en otras palabras, no se busca asignarle un valor único a una misma evaluación. Se espera contar con la posibilidad de detectar matices a gran escala para la identificación de perfiles con mayor compatibilidad con el perfil requerido, según ello demande el caso de estudio, este punto se sitúa como un pilar fundamental de esta investigación, dado que, la selección de sujetos que cuenten con el perfil para un caso de estudio es una necesidad latente. Sin una herramienta adecuada para el manejo de esta información, se vuelve complejo identificar las mejores opciones directamente.

Por último, la eficacia de las métricas del conocimiento depende en gran medida de la calidad de los datos recopilados, y esta calidad está directamente vinculada a la experiencia del usuario al interactuar con ellos. En una variedad de situaciones, los formularios tradicionales pueden resultar estáticos y poco motivadores, lo que lleva a respuestas superficiales y al desarrollo de métricas que no representan con precisión los resultados de evaluación.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Desarrollar una metodología sistemática para el desarrollo de formularios cuya iteración recursiva permita la adquisición de métricas que caractericen al encuestado en una habilidad o área de conocimiento.

1.4.2. Específico

- Analizar técnicas que generan validez y confiabilidad en formularios.

- Desarrollar una metodología que diseñe un formulario válido y confiable.
- Implementar un modelo matemático que evalúe los resultados

1.5. Metas

- Diseñar una metodología que coadyuve a desarrollar métricas de diferente naturaleza.
- Validar el contenido de la metodología.
- Desarrollar 2 formularios funcionales en Google Forms.

1.6. Alcances y Limitaciones

1.6.1. Alcances

- Diseñar una metodología con la capacidad de guiar el proceso del diseño de formularios experimentales, desde prototipos piloto hasta su versión de aplicación.
- El rango de aplicación de la metodología es general, esto quiere decir que prácticamente cualquier caso de estudio con variables cualitativas puede analizarse.
- Desarrollar reportes informados con métricas de distinta naturaleza.

1.6.2. Limitaciones

- Recopilar información sesgada en el intento de evaluar información sensible (clases sociales, economía, psicología, etc.)
- No pretende desarrollar formularios exhaustivos.
- No se abordan retroalimentación adaptativa, en tiempo real en el formulario, sin embargo si puede ser aplicada con esta metodología

1.7. Estructura de la tesis

En el **Capítulo 1** se presentan las bases del tema de investigación, así como el planteamiento del tema, los objetivos, metas, etc. De igual forma, se presenta un análisis de los antecedentes y trabajos previos con similitudes a formularios, evaluaciones y desarrollo de métricas.

El **Capítulo 2** presenta conceptos fundamentales para el mejor entendimiento de lo que implica usar formularios, limitaciones, ventajas, el uso de métricas de evaluación y la importancia de una estructura de diseño con validez y confiabilidad.

El **Capítulo 3** presenta la construcción de una metodología válida para el diseño de formularios, recopilación de información, la evaluación de la base de datos y el desarrollo de métricas del conocimiento.

El **Capítulo 4** presenta los resultados obtenidos con el diseño y desarrollo de 2 formularios distintos aplicados en 2 casos de estudio reales.

El **Capítulo 5** presenta las conclusiones, trabajos futuros y anexos.

Capítulo 2

Marco teórico y conceptual

En este capítulo se presenta el marco teórico en el diseño de formularios, el proceso de validez, la fiabilidad, el desarrollo de métricas. Se proporciona una visión general de los factores clave que deben considerarse al abordar un caso de estudio con fines de evaluación de aptitudes o habilidades, ofreciendo una alternativa innovadora para el estudio de problemáticas, principalmente eliminando muchos de los problemas asociados con la selección de recurso humano en las organizaciones.

En la literatura existe una correlación con el concepto de encuesta y cuestionario, dado que su uso resulta ambiguo e indiferenciado. el término encuesta se enfoca en el método y cuestionario alude al instrumento concreto que se aplica, como lo describe Hernández et al. (2014), los cuestionarios consisten en una serie de preguntas mixtas (abiertas/cerradas) respecto a una o más variables a medir y en el que varios autores establecen como el instrumento más utilizado para la recolección de información. Cabe aclarar que, el concepto de estandarización proviene del ámbito psicométrico, es decir, la estandarización remite a las pruebas psicológicas que funcionan en base a baremos específicos, en este contexto, la estandarización se logra cuando se determina un coeficiente de confiabilidad, en otras palabras, la repetición de aplicación altamente similar en distintos casos (Marradi et al., 2010).

En un trabajo de Siniscalco and Auriat (2005), el autor menciona que un cuestionario está estandarizado cuando cada sujeto encuestado es expuesto a las mismas preguntas y al mismo sistema de codificación de respuestas, lo que se busca es tratar de garantizar que las diferencias en las respuestas a las preguntas puedan interpretarse como un reflejo de diferencias entre los encuestados, en lugar de diferencias en los procesos que produjeron las respuestas.

La ventaja de poder construir una base estadística para su análisis lo convirtió en la herramienta cuantitativa más comúnmente usada, estos permiten estimar predicciones con apoyo empírico. En Marradi et al. (2010), el principal atractivo de la encuesta como método reside en su potencial predictivo con un margen de error calculable.

Algunas de las ventajas de los cuestionarios auto administrados como son:

- Pruebas de bajo costo.
- Tienen la capacidad de proporcionar información sobre un amplio número de personas en un tiempo breve.
- Facilitan la obtención de datos, cuantificar variables, analizar e interpretar los datos, y ofrecer respeto al ritmo individual al contestar.
- Pueden mantener el anonimato de los encuestados y eliminar ciertos sesgos que introducen los encuestadores.

El autor Vaiman and Vance (2010), plantea un lapso de tiempo preliminar que puede dedicar un sujeto a una evaluación, este debe ser organizado cuidadosamente, la mejor manera es dividir el formulario en segmentos: introducción inicial 5 por ciento, información general y currículum 20 por ciento, preguntas de conocimiento y comportamiento 60 por ciento, preguntas de los candidatos y cierre 15 por ciento. Ante este planteamiento el autor describe 3 recomendaciones en las secciones de importancia en una prueba:

- 1) Los primeros minutos son importantes, dado que, se busca dejar claro el objetivo de la evaluación y captar el interés del sujeto, es decir, tranquilizar al candidato para que pueda obtener información de calidad eficazmente.
- 2) Incluye una introducción personal, una descripción del puesto y un resumen de la estructura de la prueba.
- 3) La secciones de preguntas. Dado que las preguntas abiertas como las cerradas generan respuestas diferentes, se debe aplicar con habilidad cuándo y cómo usarlas.

Ejemplo de un formulario frente a un tema sensible

En un trabajo de Borgobello et al. (2018), en donde se desarrolla un proyecto denominado “Contextualización y análisis de prácticas académicas deshonestas de estudiantes universitarios. Fue un estudio exploratorio-descriptivo en la facultad de psicología de la Universidad nacional de Rosario (UNR)”, en este proyecto se planteó una evaluación sobre las prácticas académicas deshonestas que estudiantes de una institución identifican al realizar u observar en sus compañeros, en busca de tres situaciones persistentes en la institución (copia en examen o plagio, respectivamente)

El formulario planteado indagaba sobre conductas deshonestas sólo en exámenes finales, se le agregaron preguntas abiertas previas a las preguntas cerradas que luego fueron codificadas y analizadas mediante la técnica de análisis de contenido, en otras palabras, una escala de fiabilidad.

El tema de indagación genero ciertas reservas, la mayor dificultad a la tarea de investigación fue dada por el cuestionario en sí, dado que los cuestionarios generaron rechazo en numerosos estudiantes de la institución, caracterizada por una formación predominantemente cualitativa y psicoanalítica.

Dado que en una sección final se propuso que el participante agregara comentarios libremente acerca del tema. Estas particularidades del contexto generan dificultades a la tarea de indagación que

resulta pertinente debatir al diseñar o elegir estrategias metodológicas de acuerdo a los objetivos de un estudio

El contexto de las evaluaciones psicológicas no tienen una similitud idéntica, sin embargo, se puede clasificar con la interpretación del contexto que aborda la evaluación, la finalidad, el medio de aplicación o el área de comportamiento a medir (Borja, 2004). Las pruebas se dividen en dos:

Pruebas objetivas: proporcionan tablas y medidas de comparación entre sujetos contra los cuales comparar sus resultados, las tablas y medidas permiten interpretar resultados con claridad, objetividad, poca ambigüedad y la interpretación no depende únicamente del criterio de un evaluador, Así, las respuestas de un sujeto arrojaría los mismos resultados y por tanto sería interpretada de la misma manera por dos evaluadores diferentes, esto es, independientemente del evaluador, (por ejemplo, prueba de inteligencia WISC-RM, prueba de personalidad 16PF, prueba MMPI, prueba de percepción visoespacial de FROSTIG).

Pruebas subjetivas: son aquéllas en que la interpretación de la selección del evaluado descansa en los juicios del evaluador, que a su vez dependen de la teoría sobre la que la prueba descansa, aunque hay líneas generales de interpretación, los resultados de un mismo sujeto podrían ser interpretados de diferente manera por diferentes evaluadores.

¿Qué es un criterio?: Como se menciona en Gättgens (2002b), los criterios son aquellas características críticas que se utilizan para discernir, analizar o tomar decisiones, en otras palabras tienen una alusión creativa a la acción de discernir. El criterio y discernimiento se complementan entre sí, siendo necesario definir la cantidad de criterios que serán planteados en un caso de estudio, así como el esclarecimiento de criterios y la formulación de las interrogantes facilita al evaluador la relación entre análisis de datos, información recopilada y conclusiones.

En un caso de estudio el diseño acertado de interrogantes y el planteamiento de los criterios facilitará al evaluador demostrar la relación entre el análisis de los datos, la información recopilada y conclusiones. Comúnmente se pueden encontrar evaluaciones con objetivos bien definidos y especificaciones directamente cuantitativas, sin embargo, es poco común que al evaluar encontramos interrogantes y criterios explícitamente definidos que sirvan como marco orientador para evaluar el programa.

Como se mencionó anteriormente la identificación de interrogantes y criterios es un proceso que debe contener estas características:

- Se deduce del análisis de un caso de estudio, el contexto en el que se desenvuelve el programa y sus elementos clave.
- El análisis de las necesidades de un caso de estudio, es la base para formular interrogantes y establecer criterios que mejoren el proceso de evaluativo.
- La definición de criterios no sólo redacta el criterio sino que también se describe y explica.

Juicio de las interrogantes El proceso de construcción puede incorporar una fase de revisión independiente, comúnmente lleva el nombre de **juicio de las interrogantes**. En esta fase, los

expertos juzgan el conjunto preliminar de las interrogantes individualmente. Para garantizar la validez aparente, se evalúa la relevancia de las interrogantes para la medición. Si es posible, se reescriben las que se detentan deficientes, de lo contrario se descarta (Oosterveld et al., 1996).

Los elementos generados en la nominación de actos suelen requerir cierta edición. Esta consiste en eliminar redundancias, enunciados que no constituyen actos, enunciados de tendencias generales y enunciados que se consideran demasiado vagos para construir un acto observable. Además, de corrigen los errores gramaticales y se reformulan los enunciados para que sean neutros con respecto al género (Buss and Craik, 1983).

2.1. Tipos de Preguntas

Los tipos de preguntas en un formulario indispensables para la recolección de información, ya que permiten obtener datos con orden y acorde con los objetivos de investigación. La elección adecuada de cada tipo de pregunta facilita la comprensión por parte de los participantes y mejora la calidad de las respuestas obtenidas. Entre las más utilizadas se encuentran las preguntas abiertas, cerradas y de opción múltiple, cada una con características y finalidades específicas dentro del proceso de recopilación de datos.

Preguntas cerradas: Este tipo de preguntas son Idóneas para recopilar respuestas cuantitativas o cuando se requiere una selección específica (escalas tipo Likert, opción múltiple).

Las preguntas cerradas son aquellas que ofrecen un conjunto limitado de respuestas predefinidas de las cuales el encuestado debe seleccionar una o varias opciones. Este tipo de preguntas estructura y estandariza las respuestas, facilitando su análisis cuantitativo.

Preguntas de opción múltiple: son uno de los tipos de reactivos más utilizados en cuestionarios porque permiten obtener información estructurada, comparable y fácil de analizar. Su principal finalidad es medir conocimientos, opiniones, preferencias o comportamientos mediante un conjunto de respuestas predefinidas.

Preguntas abiertas: Estas permiten capturar respuestas detalladas y cualitativas, útiles para obtener feedback o comentarios adicionales (Siniscalco and Auriat, 2005).

Preguntas condicionales (filtro): Considerar el uso de lógica condicional para mostrar u ocultar preguntas en función de respuestas anteriores, optimizando el flujo y reduciendo la carga para el usuario (Borja, 2004).

2.2. Flujos de retroalimentación

La retroalimentación (feedback) se define como el retorno parcial de información que ingresa nuevamente a un sistema, para un análisis continuo de la información (Saraguro et al., 2025).

2.2.1. Flujos de retroalimentación en el diseño de formularios

Diversos autores coinciden en que el desarrollo de instrumentos de evaluación constituye un proceso iterativo en el que la información obtenida durante etapas de diseño, validación y aplicación permite realizar ajustes progresivos orientados a mejorar la calidad del instrumento (Siniscalco and Auriat, 2005; Fowler Jr, 2013). Asimismo, las pruebas piloto y los procesos de validación proporcionan evidencia empírica que contribuye al perfeccionamiento de los reactivos y criterios de evaluación (Weiss, 2021).

La presente metodología se fundamenta en la incorporación de flujos de retroalimentación como mecanismos que permiten mejorar progresivamente la calidad, confiabilidad y utilidad de los formularios desarrollados. En este contexto, la retroalimentación se entiende como el proceso mediante el cual, la información obtenida en una etapa determinada es utilizada para realizar ajustes, correcciones o mejoras en etapas posteriores del desarrollo y aplicación del instrumento.

A diferencia de los enfoques lineales de diseño de cuestionarios, donde cada etapa se ejecuta de manera secuencial hasta obtener una versión final, la metodología propuesta considera que el desarrollo de formularios constituye un proceso iterativo sujeto a múltiples ciclos de evaluación y mejora continua. Cada resultado parcial genera información que puede modificar decisiones previamente establecidas, permitiendo incrementar gradualmente la calidad del instrumento.

Con base en lo anterior, se identifican tres tipos principales de flujos de retroalimentación dentro de la metodología propuesta:

Retroalimentación de diseño: corresponde a la información obtenida durante las etapas iniciales de construcción del formulario. Esta retroalimentación surge de actividades como la revisión de literatura, definición de atributos, análisis de criterios de evaluación, revisión por expertos, pruebas piloto y observaciones de usuarios potenciales.

Su propósito consiste en identificar ambigüedades, errores de redacción, problemas de comprensión, redundancias o inconsistencias estructurales que puedan afectar la calidad de las respuestas obtenidas. Los hallazgos derivados de esta etapa permiten realizar ajustes antes de la implementación formal del instrumento.

Retroalimentación de validación: se refiere a la información obtenida mediante mecanismos destinados a verificar la confiabilidad y consistencia del formulario. Dentro de esta investigación, la retroalimentación de validación se genera a través del coeficiente alfa de Cronbach y de los formularios de equivalencia empleados como mecanismo de comprobación de estabilidad de resultados.

Los indicadores obtenidos permiten identificar reactivos con bajo desempeño, inconsistencias internas o desviaciones que requieran modificaciones en la estructura del instrumento. De esta manera, los resultados de validación se convierten en elementos de entrada para nuevas iteraciones del proceso de diseño.

Retroalimentación de aplicación: corresponde a la información generada una vez que el formulario es utilizado en un contexto real de evaluación. Los resultados obtenidos mediante las

funciones de similitud y discrepancia permiten identificar tendencias, patrones de comportamiento y oportunidades de mejora en los criterios de evaluación utilizados.

Este tipo de retroalimentación no solamente contribuye a la interpretación de resultados, sino que también proporciona evidencia para ajustar atributos, redefinir criterios cuantitativos o modificar parámetros de evaluación en futuras aplicaciones del instrumento.

Integración de los flujos de retroalimentación

Los tres tipos de retroalimentación descritos forman un sistema continuo de mejora. La retroalimentación de diseño contribuye a la construcción inicial del instrumento, la retroalimentación de validación permite verificar su confiabilidad y la retroalimentación de aplicación proporciona evidencia empírica para perfeccionar futuras versiones.

En consecuencia, la metodología propuesta no se concibe como una secuencia lineal de actividades, sino como un proceso iterativo donde cada etapa puede generar información capaz de modificar decisiones tomadas previamente. Este enfoque favorece el desarrollo de formularios más estables, adaptables y consistentes, incrementando la calidad de las métricas obtenidas y fortaleciendo la toma de decisiones basada en los resultados generados.

El formulario test - retest(equivalencia):

En este contexto se implementan las pruebas retest como una medida lineal de la estabilidad de las respuestas en un lapso de tiempo no definido, dado que se espera que el evaluado sea usuario de la evaluación una sola vez, es posible que un solo acercamiento no sea suficiente para recopilar información estable y que verifique la veracidad de las respuestas obtenidas.

Una manera de concretar esta idea es realizando una prueba alterna de los resultados principales, esto se espera lograr con la implementación metodológica de los formularios equivalencia o (test-retest), estos tienen como objetivo recopilar información equivalente en un lapso de tiempo posterior a la prueba principal (Welsch et al., 2021), los resultados lineales o variables pueden indicar lo siguiente:

- Un resultado estable indicaría que los evaluados y sus respuestas tuvieron un comportamiento similar entre una prueba y otra.
- Un resultado inestable indicaría que los evaluados y sus respuestas tuvieron un comportamiento disperso entre una prueba y otra.

Observación 1 *La literatura no establece un número definido de pruebas test-retest (equivalencia) a realizar, sin embargo, la correlación entre los promedios que estas expresen podría indicar si es necesario seguir evaluando con un formulario adicional.*

Estas pruebas comúnmente se utilizan cuando existe el interés de saber con qué exactitud se puede generalizar una puntuación específica basada en una muestra de pares a un dominio más amplio, una particularidad de este procedimiento es que no existe un tiempo establecido entre una prueba y otra, por lo que el diseñador será el encargado de establecer el lapso de tiempo (Correa-Rojas, 2021).

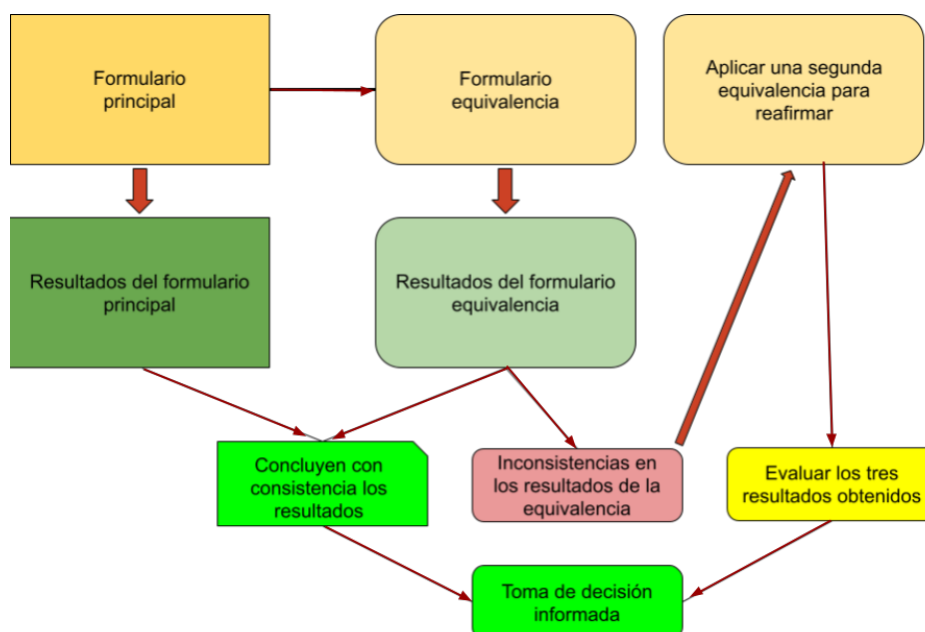


Figura 2.2.1: Diagrama de flujo de una prueba de equivalencia.

2.2.2. Validez y fiabilidad

El proceso de captura de datos con formularios aloja 2 requisitos indispensables, estos son confiabilidad y validez, estos conceptos se establecen como la base en la recolección de información de calidad de un instrumento de evaluación psicológica, lo que garantiza la usabilidad de ellos para un caso de estudio y asegurar que las decisiones e inferencias que se deriven sean las correctas .

Existen tres tipos de validez: de constructo, de criterio y de contenido. De acuerdo a la validez que posea un instrumento determinado, en esa medida podemos realizar inferencias sobre la conducta posterior del sujeto evaluado (Aragón and Silva, 2002).

Tipos de validez (Aragón and Silva, 2002)

- Validez de constructo: Se refiere al grado en que un instrumento mide efectivamente el constructo teórico para el cual fue diseñado. Este tipo de validez evalúa si las puntuaciones obtenidas reflejan adecuadamente los rasgos psicológicos, habilidades o atributos definidos, estos pueden ser constructos que evalúan inteligencia, personalidad, la satisfacción o el conocimiento especializado.
- Validez de contenido: Se describe como el grado en que los reactivos de un instrumento representan de manera adecuada y suficiente el dominio de conocimientos, habilidades, comportamientos o atributos que se pretende evaluar. Este tipo de validez busca garantizar que los ítems incluidos constituyan una muestra representativa del contenido teórico asociado al constructo de interés. Por ejemplo, en una evaluación de mantenimiento industrial, las preguntas deben cubrir de forma equilibrada las áreas de conocimiento definidas para dicho

dominio.

- Validez de criterio: Se refiere al grado en que las puntuaciones obtenidas mediante un instrumento se relacionan con una variable externa considerada como criterio de referencia. Esta validez puede ser concurrente, cuando el criterio se mide simultáneamente, o predictiva, cuando el instrumento permite anticipar comportamientos o desempeños futuros. Ejemplos de aplicación incluyen procesos de selección de personal, diagnóstico clínico, orientación vocacional o predicción del rendimiento académico.

En la validez de constructo, encargada de validar un rasgo teórico o constructo hipotético, se validan las cualidades o rasgos psicológicos que mide el formulario y se valida no sólo el rasgo sino la teoría sobre la que éste descansa, esto implica que el instrumento mide un constructo o rasgo teórico derivado de toda una teoría psicológica, subyacente al instrumento de medición y a la medida misma, por ejemplo, conocimiento, inteligencia, personalidad, etc.

En la aplicación de pruebas de criterio cada sujeto evaluado se compara con un criterio no normativo, un criterio arbitrario establecido por el diseñador del formulario y sus resultados se comparan para identificar su cercanía o alejamiento del criterio planteado, mismo criterio que se establece en la experiencia del diseñador y cuestiones teóricas del caso de estudio. Con esta finalidad, las pruebas aplicadas pueden ser útiles para diagnóstico, investigación, selección, etc. Se debe tener en cuenta que independientemente del objetivo del formulario, concluye en que toda aplicación tiene como finalidad puntual, la toma de decisiones informadas.

La calidad de información recopilada recae en los conceptos de establecer y después medir la confiabilidad y la validez de los instrumentos psicológicos, así como las técnicas de redacción de cuestionarios como para su uso y se les considere como herramientas adecuadas y científicas, todos los instrumentos de mediciones en la ciencia deben contar con 2 cualidades puntuales como:

La confiabilidad de un formulario

La confiabilidad a grandes rasgos, se describe como la exactitud con la que un instrumento de medición mide un atributo de un objeto, en otras palabras puede percibirse como la ausencia de errores de un instrumento cualquiera, sin embargo, en pruebas de evaluación psicológica como los formularios estos términos resultan complicados para la medición de atributos psicológicos, por este motivo se usan sinónimos como el de consistencia interna y estabilidad de la medida (Muñiz Fernández et al., 2010).

En este contexto, “consistencia interna” hace referencia a la medición de un atributo psicológico con un instrumento, éste será confiable si, al evaluar a los mismos sujetos 2 veces con el mismo instrumento, las medidas obtenidas en la segunda aplicación serán demasiado similares a los resultados de la primera medición, esto representa la estabilidad de un resultado con respecto a otro a través del tiempo, esto puede indicar errores de medición mínimos y logrando un nivel aceptable en la estabilidad de la medida, atribuyendo las diferencias de resultados de 2 pruebas idénticas a errores asociados al proceso de medición y no al instrumento como tal (Muñiz Fernández et al., 2010).

La validez de un formulario

La validez de un formulario se describe como el grado en que un instrumento de medición mide realmente lo que se le presenta, en otras palabras es la adecuación de reactivos, lo que significan y su utilidad de las inferencias específicas que pueden derivarse a partir de los resultados de una prueba, teniendo claro este preámbulo, en realidad lo que se valida no es el formulario, si no la interpretación de los datos recopilados (Martínez Arias, 1995), en este sentido la validez se refiere a la utilidad de los datos proporcionados por el instrumento.

En otras palabras, se refiere a *la estabilidad de la medición* de un atributo psicológico con un determinado instrumento, éste será confiable si, al evaluar a los mismos sujetos con el mismo instrumento, las medidas obtenidas en la segunda aplicación sean muy similares a las obtenidas en la primera aplicación, esto es, sean estables a través del tiempo, lo cual indicaría que los errores de medición serían mínimos y por tanto la confiabilidad sería aceptable, atribuyéndose las diferencias encontradas entre una medición y otra a los errores aleatorios asociados al proceso de medición y no al instrumento (Muñiz Fernández et al., 2003).

En este contexto se debe interpretar el concepto de *consistencia interna* de un constructo, este se refiere a la medida que permite evaluar y qué tan relacionadas y coherentes son las interrogantes de un instrumento que buscan medir una misma variable. Este proceso verifica si los reactivos que componen un instrumento de medición son consistentes entre sí, en la forma en que están evaluando el atributo psicológico propuesto.

Por ejemplo, si un cuestionario pretende medir la “satisfacción académica”, las preguntas incluidas deben estar relacionadas entre sí y aportar información sobre ese mismo tema. Si algunas preguntas evalúan aspectos distintos, la consistencia interna disminuirá (Rodríguez and Reguant, 2020).

2.2.3. Tamaño muestral para determinar la consistencia interna.

Diversos autores coinciden en que el tamaño de la muestra es estudios cuantitativos, juega un papel importante, ya que una mayor cantidad de participantes suele disminuir el margen de error. No obstante, en investigaciones que evalúan la consistencia interna de un instrumento, el tamaño de la muestra tiene menos influencia, debido a que este análisis depende principalmente del número de interrogantes de la escala y no del número de participantes (Campo-Arias and Oviedo, 2008).

Aun así, para reducir errores aleatorios, algunos autores recomiendan utilizar muestras de al menos 400 participantes. Otros plantean criterios más flexibles: para escalas de alrededor de 20 ítems, se sugiere contar con entre 5 y 20 participantes por cada ítem, lo que equivale a 100 a 400 sujetos (Kopalle and Lehmann, 1997). En escalas con menos de 10 ítems, si el cálculo resulta en menos de 100 participantes, se recomienda incluir al menos 100 personas, siguiendo un criterio similar al empleado en el análisis factorial exploratorio. En términos prácticos, se considera recomendable trabajar, siempre que sea posible, con una muestra mínima de 100 participantes (Duhachek et al., 2005).

2.2.4. Escala alfa de Cronbach

En investigaciones orientadas a evaluar atributos, percepciones, habilidades o conocimientos, resulta fundamental verificar que las interrogantes de un cuestionario midan de manera uniforme las variables planteadas. Para este propósito, el coeficiente Alfa de Cronbach se considera una de las técnicas estadísticas más utilizadas en el análisis de confiabilidad, ya que permite evaluar la consistencia interna de un instrumento mediante el grado de relación existente entre sus preguntas.

La aplicación de esta escala proporciona un valor cuantitativo que indica el nivel de estabilidad y coherencia del formulario. Valores elevados reflejan que las interrogantes mantienen una adecuada relación entre sí y contribuyen de manera efectiva a la medición del atributo evaluado, mientras que valores bajos pueden evidenciar ambigüedad, redundancia o falta de precisión en algunas preguntas. Debido a ello, el Alfa de Cronbach no solo permite validar la fiabilidad del instrumento, sino también identificar posibles mejoras antes de su aplicación definitiva.

En este sentido, la utilización del coeficiente Alfa de Cronbach fortalece la calidad metodológica del formulario, garantizando que la información recopilada sea consistente, objetiva y confiable para el desarrollo de la investigación. Su denominación fue propuesta por Lee Cronbach en 1951 (Rodríguez and Reguant, 2020).

¿Como Funciona?

Un investigador trata de medir una cualidad no directamente observable (por ejemplo, la inteligencia) en una población de sujetos. Para ello se miden n variables que sí son observables (por ejemplo, n respuestas a un cuestionario o un conjunto de n problemas lógicos) de cada uno de los sujetos. Se asume que las variables están relacionadas con la magnitud inobservable de interés. En particular, las n variables deberían realizar mediciones estables y consistentes, con un elevado nivel de correlación entre ellas. El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las n variables observadas.

En otras palabras, el Alfa de Cronbach permite identificar si las interrogantes de un formulario contribuyen adecuadamente a la medición de un atributo específico, como habilidades, aptitudes, actitudes, conocimientos o percepciones. Cuando las preguntas mantienen una relación consistente entre sí, el coeficiente tiende a presentar valores elevados, indicando que el instrumento posee una adecuada cohesión interna. Por el contrario, valores bajos pueden evidenciar ambigüedad, redundancia o falta de relación entre las preguntas evaluadas.

2.2.5. Deducción de la escala alfa de Cronbach

El alfa de Cronbach no deja de ser una media ponderada de las correlaciones entre las variables (o ítems) que forman parte de la escala. Puede calcularse de dos formas: a partir de las varianzas (alpha de Cronbach) o de las correlaciones de los ítems (Alpha de Cronbach estandarizado). Hay que advertir que ambas fórmulas son versiones de la misma y que pueden deducirse la una de la otra. El alpha de Cronbach y el alpha de Cronbach estandarizados, coinciden cuando se estandarizan las variables originales (ítems) (Cronbach, 1951).

Cálculo del alfa de Cronbach

Para calcular las varianzas entre los ítems, el alfa de Cronbach estandarizado se calcula así:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{V_T} \right) \quad (2.2.1)$$

dónde n es el número de total reactivos, V_i es la varianza de la respuestas del reactivo i y V_T es la varianza de todas las respuestas del formulario. Más adelante se mostrará cómo se calcula.

Un requisito indispensable para que esta escala trabaje como es la formulación de las respuesta de cada interrogante, estas tienen que ser intervalares y continuas de modo que la respuesta correcta se le asigne el valor más alto de la escala.

La escala cuenta con distintas condiciones de trabajo, la validación, una de las más importantes es definir un intervalo numérico el cual fungirá como el puntaje que se le asignará a cada respuesta de un reactivo siempre respetando la regla de asignar el mayor puntaje a la respuesta con mayor certeza.

Respuestas de un reactivo n.				
a) 10 puntos	b) 20 puntos	c) 30 puntos	d) 40 puntos	e) 50 puntos

Tabla 2.1: Ejemplo de un puntaje de intervalo continuo

Como se puede observar en la tabla 2.1 se tiene un ejemplo con 5 posibles respuestas para un reactivo cualquiera, también un puntaje de intervalo continuo en este caso de 10 – 50, este valor no está establecido como una regla de la escala, sin embargo, si se debe respetar que sea un rango cualquiera continuo, la tabla contiene un total de 5 posibles respuestas asignándole el mayor puntaje a la respuestas con mayor certeza y así sucesivamente ir disminuyendo su puntaje respectó a la certeza de la respuesta. Esto con la finalidad de recopilar información para validar un formulario con la escala alfa de Cronbach, aunado a ello se relaciona la varianza, este concepto se describe a continuación:

La varianza: es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos con respecto a su media. Formalmente, se calcula como la suma de los cuadrados de los residuos dividida por las observaciones totales (Cronbach, 1951). Esta comienza calculando la varianza en las respuestas de cada interrogante

Índice de la interrogante, hay n interrogante en el formulario:

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad (2.2.2)$$

Índice del encuestado, hay un número x de encuestados:

$$j = 1, 2, \dots, x; \quad (2.2.3)$$

Respuesta de la interrogante i entregada por el j-ésimo encuestado:

$$r_{ij} \quad (2.2.4)$$

Número de total de interrogantes:

$$n \quad (2.2.5)$$

Número total de encuestados:

$$x \quad (2.2.6)$$

Respuesta promedio de la interrogante i:

$$\bar{r}_i = \frac{1}{x} \sum_{j=1}^x r_{ij}; i = 1, 2, \dots, n; \quad (2.2.7)$$

V_i es la varianza de la respuestas de la interrogantes i:

$$V_i = \frac{1}{x} \sum_{j=1}^x (r_{ij} - \bar{r}_i)^2; \quad (2.2.8)$$

Modelo para calcular el alfa de Cronbach: El modelo se basa en la varianza de cada una de las respuestas y en la varianza de todas las respuestas colectadas, por lo que el alfa de Cronbach se calcula como sigue:

$\bar{r}_T$ es el promedio total de las respuestas colectadas, con r_{ij} expresada en (2.2.7)

$$\bar{r}_T = \frac{1}{n \cdot x} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^x r_{ij}; \quad (2.2.9)$$

V_t es la varianza de todas las respuestas del formulario, con r_{ij} expresada en (2.2.7) y expresada en (2.2.9).

$$V_T = \frac{1}{n \cdot x} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^x (r_{ij} - \bar{r}_T)^2; \quad (2.2.10)$$

Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{V_T} \right) \quad (2.2.11)$$

Interpretación del coeficiente alfa de Cronbach: El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es **0,70**, por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala es deficiente y con baja confiabilidad. En caso contrario el valor máximo esperado es **0,90**, por encima de este valor

se considera que hay redundancia o duplicación. Varias interrogantes están midiendo exactamente el mismo elemento de un constructo, por lo tanto, las interrogantes redundantes deben eliminarse. Usualmente, se prefieren valores de alfa entre **0.80 y 0.90** (Streiner, 2003), sin embargo, cuando no se cuenta con un mejor instrumento se pueden aceptar valores inferiores, teniendo siempre presente esa limitación (Gamba, 2023).

Tabla 2.2: Interpretación de los rangos y su significado de la escala Alfa de Cronbach.

Rangos de la escala Alfa de Cronbach	Interpretación
$\alpha < 0.60$	Consistencia baja
$0.60 \leq \alpha < 0.70$	Consistencia cuestionable
$0.70 \leq \alpha < 0.80$	Consistencia aceptable
$0.80 \leq \alpha < 0.90$	Consistencia buena
$\alpha \geq 0.90$	Consistencia muy alta

Observación 2 En la tabla 2.2 se puede observar que en la columna Interpretación en la celda con etiqueta "Muy alta", se refiere a que valores superiores a 0.90 representa que el formulario está muy correlacionado, con interrogantes duplicadas o muy obvias.

2.2.6. Herramientas de software utilizadas

El proceso del diseño de formularios y desarrollo de información recopilada se centró en el contexto de herramientas que ofrece el entorno Google Chrome, Versión 149.0.7827.102 (64 bits), específicamente en las aplicaciones de Google Forms y Google Sheets.

Google Sheets es una aplicación de hojas de cálculo basada en la nube desarrollada por Google e integrada dentro del conjunto de herramientas colaborativas Google Workspace. Esta plataforma permite la creación, edición, almacenamiento y análisis de datos en tiempo real mediante un navegador web, facilitando el trabajo colaborativo y la sincronización automática de la información entre distintos dispositivos.

Una de las principales ventajas de Google Sheets radica en su integración nativa con Google Forms, ya que las respuestas recopiladas mediante formularios pueden almacenarse automáticamente en una hoja de cálculo asociada. Esta característica permite centralizar la información obtenida duran-

te los procesos de evaluación, reducir errores de transcripción y facilitar el procesamiento posterior de los datos.

Por lo tanto, Google Sheets fue utilizado como herramienta para el almacenamiento, organización y análisis de la información recopilada por los formularios desarrollados.

La integración directa con Google Forms, simplifico el almacenamiento de los datos obtenidos durante las aplicaciones, estos fueron transferidos automáticamente a hojas de cálculo, donde posteriormente se realizaron procesos de depuración, estructuración y cálculos estadísticos necesarios para la validación de los instrumentos, incluyendo la obtención de las varianzas requeridas para el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach y el coeficiente decorrelación de Pearson.

Esta plataforma proporciona funcionalidades estadísticas y matemáticas suficientes para la gestión de los datos recopilados, permitiendo realizar operaciones de agregación, filtrado, organización y análisis sin necesidad de herramientas adicionales durante las etapas iniciales del procesamiento de la información

Aunado a esto una vez depurada la base de datos inicial, la resultante es una base de datos con las características ideales para la aplicación de las funciones de evaluación de criterios propuestas en la sección 2.3.3.

2.3. Métricas

La contribución no consiste en inventar nuevas funciones matemáticas, sino en adaptar funciones conocidas para evaluar criterios dentro de formularios digitales y generar métricas interpretables.

La definición de una métrica de evaluación requiere establecer mecanismos matemáticos capaces de representar el grado de cumplimiento, similitud o desviación respecto a criterios previamente definidos. La elección de dichos mecanismos no debe realizarse de manera arbitraria, ya que cada función matemática posee propiedades particulares que determinan la forma en que se interpretan las variaciones de los datos analizados. En este sentido, además de la función gaussiana y la tangente hiperbólica, resulta pertinente analizar otras alternativas funcionales que permitan modelar comportamientos de evaluación diferenciados, tales como penalizaciones progresivas, respuestas no lineales, transiciones graduales o tolerancia ante desviaciones significativas. El análisis comparativo de estas funciones proporciona los fundamentos teóricos necesarios para justificar la selección de la métrica más adecuada para los objetivos de la investigación.

A continuación se proporcionan algunas definiciones asociadas a las evaluaciones:

Medida: valor asignado a un atributo de una entidad mediante una medición. Es una medida que proporciona una indicación cuantitativa de extensión, cantidad, dimensiones, capacidad y tamaño de algunos atributos de un proceso o producto (Roger, 2002).

Métrica: medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un determinado atributo (Board, 2014; Roger, 2002).

Indicador: es una métrica o una combinación de métricas que proporcionan una visión profunda del proceso del software, del proyecto de software, o del producto en sí (Roger, 2002).

Medición: es el proceso por el cual los valores son asignados a atributos o entidades en el mundo real tal como son descritos de acuerdo a reglas claramente definidas (Fenton and Neil, 1999). Dicho de otro modo, es el proceso por el cual se obtiene una medida.

2.3.1. Coeficiente de correlación de Pearson

Matemáticamente, el coeficiente de Pearson se expresa como:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.3.1)$$

donde (x_i) y (y_i) representan los valores observados de las variables analizadas, mientras que $(\bar{x})$ y $(\bar{y})$ corresponden a sus respectivas medias.

Este coeficiente de correlación de Pearson se implementa como evidencia complementaria para evaluar la equivalencia entre los formularios principales y sus respectivos formularios de equivalencia, permitiendo cuantificar el grado de asociación existente entre los puntajes obtenidos por los participantes en ambas aplicaciones.

2.3.2. Deducción para el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson

Sea un conjunto de observaciones formado por dos variables cuantitativas (X) y (Y) , donde cada par de datos corresponde al mismo sujeto evaluado.

Paso 1.- Cálculo de las medias aritméticas

Se calcula el promedio de cada variable mediante las expresiones:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.3.2)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (2.3.3)$$

donde:

- (X_i) : valor de la variable (X) .
- (Y_i) : valor de la variable (Y) .
- (n) : número total de observaciones.

- $\bar{X}$): media de la variable (X).
- $\bar{Y}$): media de la variable (Y).

Paso 2.- Cálculo de las desviaciones respecto a la media:

Para cada observación, se determina la diferencia entre el valor observado y la media correspondiente:

$$(X_i - \bar{X}) \quad (2.3.4)$$

$$(Y_i - \bar{Y}) \quad (2.3.5)$$

Estas diferencias representan la desviación de cada observación respecto al valor promedio del conjunto de datos.

Paso 3.- Multiplicación de las desviaciones

Se calcula el producto de las desviaciones para cada par de observaciones:

$$(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (2.3.6)$$

Posteriormente se suman todos los productos obtenidos:

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (2.3.7)$$

Esta suma representa la covariación existente entre ambas variables.

Paso 4.- Cálculo de los cuadrados de las desviaciones

Se elevan al cuadrado las desviaciones de cada variable:

$$(X_i - \bar{X})^2 \quad (2.3.8)$$

$$(Y_i - \bar{Y})^2 \quad (2.3.9)$$

y posteriormente se obtienen las sumatorias:

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (2.3.10)$$

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (2.3.11)$$

Paso 5.- Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson

Finalmente, el coeficiente de correlación de Pearson se concreta como se muestra en 2.3.1.

El valor obtenido se encuentra comprendido en el intervalo:

$$-1 \leq r \leq 1 \quad (2.3.12)$$

donde valores cercanos a 1 indican una correlación positiva fuerte, valores cercanos a -1 indican una correlación negativa fuerte y valores próximos a 0 indican ausencia de relación lineal entre las variables analizadas.

Tabla 2.3: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.

Rangos del valor r	Interpretación
0.00 - 0.19	Correlación muy débil
0.20 - 0.39	Correlación débil
0.40 - 0.59	Correlación moderada
0.60 - 0.79	Correlación fuerte
0.80 - 1.00	Correlación muy fuerte

La significancia estadística asociada al coeficiente de correlación de Pearson fue calculada mediante una prueba t de Student, Itilizando $n - 2$ grados de libertad. Este procedimiento permitió determinar si la correlación observada podía atribuirse al azar o si representaba una asociación significativa entre las variables analizadas.

Para este propósito se plantea la siguiente hipótesis:

$$H_0 : r = 0$$

La hipótesis nula establece que no existe correlación lineal entre los resultados de ambos formularios.

$$H_1 : r \neq 0 \quad (2.3.13)$$

La hipótesis alternativa establece que existe una correlación significativa entre ambos conjuntos de resultados. A partir del coeficiente de Pearson obtenido y del tamaño de muestra utilizado, puede calcularse un estadístico de prueba (t):

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.3.14)$$

es el coeficiente de correlación de Pearson, n , es el número de participantes evaluados.

El valor calculado se compara con una distribución t de Student con $(n - 2)$ grados de libertad para obtener el valor de significancia estadística (p).

En términos prácticos, cuando: $p < 0,05$, se considera que la correlación observada es estadísticamente significativa y existe evidencia suficiente para afirmar que los formularios presentan un comportamiento consistente.

Por el contrario, cuando: $p \geq 0,05$, no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo que la correlación observada podría explicarse por variaciones aleatorias de la muestra.

2.3.3. Funciones de similitud y discrepancia

La comparación entre valores observados y valores de referencia constituye un problema recurrente en áreas como la estadística, la teoría de decisión, la minería de datos y la lógica difusa. Para abordar este problema, se han desarrollado diversas funciones de similitud y distancia que permiten cuantificar el grado de correspondencia entre dos o más elementos (Han et al., 2012).

Considerando las ventajas de las funciones gaussianas para representar grados continuos de cercanía, en esta investigación se propone una función de similitud orientada específicamente a la evaluación de criterios dentro de formularios digitales.

La función de similitud constituye un mecanismo de evaluación utilizado para determinar qué tan cercano se encuentra un valor respecto a un criterio previamente establecido. Su comportamiento se basa en el principio de la campana de Gauss o distribución normal, donde el valor máximo de evaluación se obtiene cuando el criterio se cumple exactamente. A partir de este punto central, la función disminuye progresivamente conforme el valor evaluado se aleja cierta cantidad de unidades hacia cualquiera de los extremos, aproximándose a cero cuando la diferencia respecto al criterio es considerable. Este tipo de función resulta útil en el desarrollo de métricas, ya que permite representar niveles graduales de cumplimiento en lugar de realizar evaluaciones binarias estrictas. De esta manera, es posible medir la similitud entre un valor observado y el valor ideal esperado, proporcionando una evaluación más flexible, continua y representativa del comportamiento de los datos.

Tabla 2.4: Comparativa de las ventajas y desventajas al implementar la función gaussiana.

Ventajas	Desventajas
• Tiene un máximo en el valor de referencia c. • Penaliza progresivamente las desviaciones. • Es completamente simétrica. • Posee interpretación estadística sólida. • Ideal cuando pequeñas desviaciones deben tener poco castigo y grandes desviaciones mucho castigo.	• Nunca llega exactamente a cero. • Puede ser computacionalmente más costosa.

Observación 3 En la columna desventajas de la tabla 2.4 se menciona que la función gaussiana

suele considerarse más costosa computacionalmente que otras funciones de similitud porque involucra operaciones matemáticas más complejas, especialmente el cálculo de la función exponencial.

A diferencia de las funciones de membresía gaussianas tradicionales, la función propuesta se integra dentro de una metodología de diseño de formularios para transformar respuestas individuales en métricas asociadas con atributos específicos de evaluación.

La función de discrepancia es un mecanismo de evaluación diseñado para medir el grado de desviación existente entre un valor observado y un criterio de referencia. Su comportamiento matemático se basa en la función tangente hiperbólica, cuya característica principal es presentar un rango continuo entre -1 y 1, permitiendo representar de forma gradual distintos niveles de discrepancia respecto al valor ideal. En este contexto, el valor cero representa el cumplimiento exacto del criterio establecido. Cuando el resultado evaluado se aproxima al valor ideal sin superarlo, la función adopta valores comprendidos entre 0 y -1, indicando una discrepancia negativa decreciente (Haykin, 2009).

Por otra parte, cuando el criterio es excedido, la función toma valores entre 0 y 1, reflejando un incremento positivo respecto al parámetro esperado. Gracias a este comportamiento, la función de discrepancia permite analizar de manera continua y simétrica las variaciones presentes en los datos, proporcionando una representación más precisa del nivel de cumplimiento o exceso dentro del proceso de evaluación de datos. la función permite generar métricas de desviación y variación, ya que identifica no solo la distancia respecto al criterio, sino también la dirección de dicha diferencia. Los valores negativos representan resultados por debajo del criterio ideal, mientras que los positivos indican un exceso respecto al parámetro establecido. Gracias a ello, estas métricas pueden utilizarse para analizar sobrecumplimiento, deficiencias, tolerancias y niveles de desviación de evaluación cuantitativa.

La principal diferencia respecto a otros usos de la función tangente hiperbólica consiste en su empleo como indicador de discrepancia respecto a criterios previamente establecidos, permitiendo identificar tanto la magnitud como la dirección de la desviación observada.

La combinación de ambas funciones permite construir sistemas de métricas más completos y flexibles, capaces de representar simultáneamente el nivel de similitud con el criterio ideal y la magnitud de la discrepancia existente. Además se tiene la ventaja de que ambas se basan en los mismos valores generales que es un valor cualquiera X , un valor de referencia C y una holgura establecida β . Facilitando el manejo de datos y la interpretación de resultados mediante hojas de datos y representaciones gráficas, mejorando el análisis de comportamiento, tendencias y patrones dentro del conjunto de la información evaluada.

Tabla 2.5: Ventajas y características generales de la función similitud y discrepancia.

Característica	Función de Similitud (Gaussiana)	Función de Discrepancia (Tangente Hiperbólica)
Objetivo principal	Determinar el grado de cercanía respecto a un criterio ideal.	Determinar la magnitud y dirección de la desviación respecto al criterio ideal.
Rango de salida	[0,1]	[-1,1]
Interpretación	Valores cercanos a 1 indican alta similitud con el criterio.	Valores negativos indican déficit, 0 cumplimiento exacto y positivos exceso respecto al criterio.
Simetría	Simétrica alrededor del criterio de referencia.	Simétrica respecto al origen.
Sensibilidad local	Alta sensibilidad cerca del criterio objetivo.	Alta sensibilidad en las proximidades del criterio y saturación progresiva en extremos.
Evaluación de tolerancias	Permite incorporar márgenes de aceptación mediante el parámetro β .	Permite controlar la velocidad de crecimiento mediante el parámetro β .
Representación gráfica	Presenta una campana suave y continua.	Presenta una transición suave entre estados negativos y positivos.
Robustez interpretativa	Facilita identificar qué tan parecido es un individuo al perfil esperado.	Facilita identificar si un individuo se encuentra por debajo o por encima del criterio esperado.
Aplicación en formularios	Útil para procesos de selección, clasificación y coincidencia de perfiles.	Útil para detectar fortalezas, deficiencias o excesos respecto a un criterio establecido.
Ventaja principal	Cuantifica de manera intuitiva el nivel de cumplimiento de un criterio.	Permite analizar simultáneamente magnitud y dirección de la desviación.

El uso de métricas es una característica importante de todas las disciplinas de ingeniería, entre las que se incluye la Ingeniería de Proyectos de Explotación de Información. Dentro de un marco de trabajo ingenieril, las métricas permiten cuantificar aspectos específicos de un proceso, de un producto o de un proyecto (Roger, 2002). En este sentido, recolectar métricas constituye el primer paso para saber cómo controlar y mejorar el proceso de desarrollo de software (Moser et al., 2005).

Sin embargo, la evaluación de criterios es una tarea compleja que implica analizar múltiples atributos y determinar si el encuestado cumple con los criterios establecidos. Resulta complejo realizarla sin una estructura de diseño, dado que se está evaluando una magnitud inobservable, en este caso, el conocimiento.

En un artículo de Vanrell et al. (2012), se hace mención a una lista de subprocesos para el desarrollo en ingeniería de software, algunos de estos se alinean con el objetivo que se busca lograr y se seleccionó un conjunto que tiene finalidades con esta investigación:

- El subproceso del entendimiento de los datos, comienza con la recolección inicial de datos y

las acciones para familiarizarse con ellos, se identifican los problemas de calidad que puedan presentar con los datos y los subconjuntos interesantes de datos que puedan contribuir con las primeras hipótesis de información oculta.

- El subproceso de reparación de los datos, este abarca todas las actividades para construir el conjunto de datos final desde los datos iniciales. En este caso, se toma la información disponible para su manipulación (selección de tablas, atributos y características), transformación (limpieza de datos, cambios de formato, construcción de atributos adicionales), y presentación (integración de los datos necesarios en una única tabla), con el objetivo de efectuar su procesamiento a través de técnicas de minería de datos. Las tareas de este subproceso pueden ser realizadas muchas veces y sin un orden preestablecido.
- El subproceso de modelado, encargado de desarrollar la selección de las técnicas de modelado y calibración de sus parámetros a los valores óptimos, la construcción de uno o varios modelos con la mayor calidad desde la perspectiva de análisis, el diseño de las pruebas y la evaluación del modelo generado. Suelen existir distintas técnicas para un mismo problema de explotación de información (árboles de decisión, reglas de decisión, redes neuronales, etc.) y cada una de ellas tener ciertos requisitos sobre los datos, por lo que muchas veces es necesario volver al subproceso de Preparación de los Datos.
- El subproceso de evaluación, este requiere la revisión de los pasos ejecutados para la construcción de los modelos para asegurarse de lograr los objetivos de negocio. Al final de este subproceso se debe poder tomar una decisión respecto de la utilización de los resultados y obtener la aprobación de los modelos generados para el proyecto. Por último.
- El subproceso de entrega, este se enfoca en la generación de un reporte y la presentación final del proyecto de explotación de Información. Este reporte debe presentar los resultados de manera comprensible en orden a lograr un incremento del conocimiento.

Por este motivo se desarrollaron dos funciones con la capacidad de evaluar las respuestas de un participante con respecto a un valor de referencia, este puede ser un puntaje predeterminado que el formulario contiene y una holgura que se asigna en base al puntaje predeterminado, con esto se logra identificar al participante que cumple o no con el criterio establecido.

2.3.4. Desarrollo de la función de similitud

Esta función tiene como objetivo identificar los resultados prácticamente idénticos al criterio de evaluación que se planteó, dado que cuenta con una característica particular, esta es que entrega valores cercanos a cero cuando el resultado evaluado se aleja β unidades, en $-\beta$ y $+\beta$, es decir, que no podremos conocer directamente si el resultado de un evaluado se aleja del criterio por el límite inferior o superior de la función, solo con gráficas que ubiquen el resultado, se recomienda que si el objetivo de evaluación no se sincroniza con el objetivo de la función, que es encontrar opciones muy similares al criterio, puede no ser la opción adecuada.

El propósito de la función propuesta es que indique qué tan similar es una variable x con respecto a un parámetro c , caracterizando con valores normalizados del cero al uno, de modo que la función

sea igual a 1 cuando $x = c$, y que valga cero cuando x se aleje β unidades, es decir, construir una función $\rho(x, c, \beta)$ basada en la función gaussiana 2.3.15,

$$\rho(x, c, \beta) = e^{-\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2} \quad (2.3.15)$$

Nótese que la expresión anterior al evaluarse x en c , ya es igual a 1, pero falta garantizar que prácticamente sea cero, cuando x se aleje β unidades.

El criterio para lograr ésto último es el siguiente,

$$\rho(x, c, \beta)|_{x \geq c + \beta} < \frac{2}{100} \quad (2.3.16)$$

para resolverlo se aborda la ecuación en el límite expresado, ésto es,

$$\rho(x, c, \beta)|_{x = c + \beta} < \frac{2}{100} \quad (2.3.17)$$

sustituyendo dada la expresión en 2.3.15, la expresión 2.3.18 se puede reescribir como sigue,

$$e^{-\left(\frac{c+\beta-c}{\sigma}\right)^2} = \frac{2}{100} \quad (2.3.18)$$

$$e^{-\left(\frac{\beta}{\sigma}\right)^2} = \frac{2}{100} \quad (2.3.19)$$

con las manipulaciones algebraicas correspondientes se tiene que,

$$\ln = \left[e^{-\frac{\beta^2}{\sigma^2}} \right] = \ln \left[\frac{2}{100} \right] \quad (2.3.20)$$

$$-\frac{\beta^2}{\sigma^2} = \ln \left[\frac{2}{100} \right] \quad (2.3.21)$$

$$\sigma = \sqrt{-\frac{1}{\ln \left[\frac{2}{100} \right]}} \cdot \beta = \sqrt{\frac{1}{3,9120}} \cdot \beta \quad (2.3.22)$$

$$\sigma \cong \sqrt{\frac{1}{4}} \cdot \beta \quad (2.3.23)$$

Por lo que sustituyendo en 2.3.27, queda finalmente definida la parámetro , con una holgura definida con uno segundo parámetro definido como , ésto es,

$$\rho(x, c, \beta) = e^{-4\left(\frac{x-c}{\beta}\right)^2}. \quad (2.3.24)$$

Observación 4 La función de similitud propuesta puede leerse o interpretarse como, el nivel de similitud que tiene x con respecto a c , con una holgura β , en la figura 2.3.1, se muestra el perfil general.

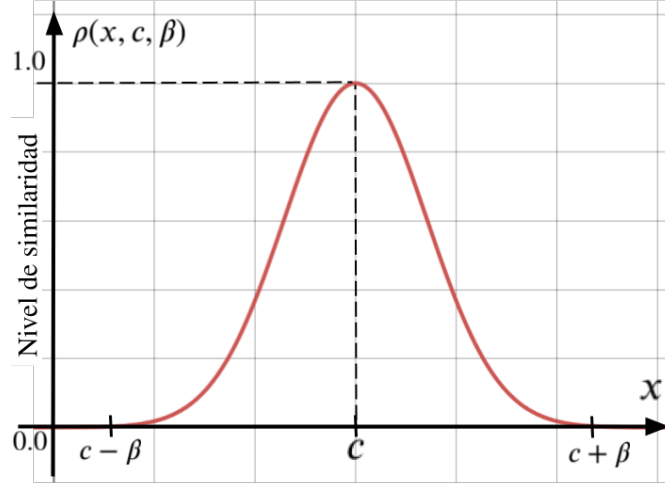


Figura 2.3.1: Perfil general de la función de similitud.

Observación 5 El nivel de similitud está normalizado en el rango de 0 hasta 1, es decir,

$$0 < \rho(x, c, \beta) \leq 1 \quad (2.3.25)$$

de modo que si existe similitud entre la variable x y el parámetro c , la función lo caracteriza con un valor cercano a 1; si hay una diferencia absoluta superior a β la función prácticamente es cero, esta interpretación puede ser expresada como sigue,

$$\rho(x, c, \beta) \cong \begin{cases} 1, & x \cong c \\ 0, & |x - c| \geq \beta \end{cases} \quad (2.3.26)$$

Ejemplo 1 .- Aplicación de la función de similitud en una función senoidal.

Fig.2.3.2 Perfil de similaridad (rojo) de (verde) con el valor 1.4 y una holgura de 0.3. Esta sección está dedicada a un ejemplo que permite interpretar mejor la función de similitud propuesta, el cual consiste en evaluar la similitud de con respecto a 1.4 y una holgura establecida de 0.3; el cual se muestra el grafico de la Fig.2.3.2 Se observa como resultado en el perfil rojo, que hay 3 puntos que cumplen con la similitud cuya evaluación genera el valor 1.0, representados en la Fig. 2.3.2 como los puntos en la abscisa correspondientes a p , q y r , los cuales tienen los siguientes valores.

$$p = 0,5943858;$$

$$q = \pi 0,5943858;$$

$$r = 2\pi + 0,5943858;$$

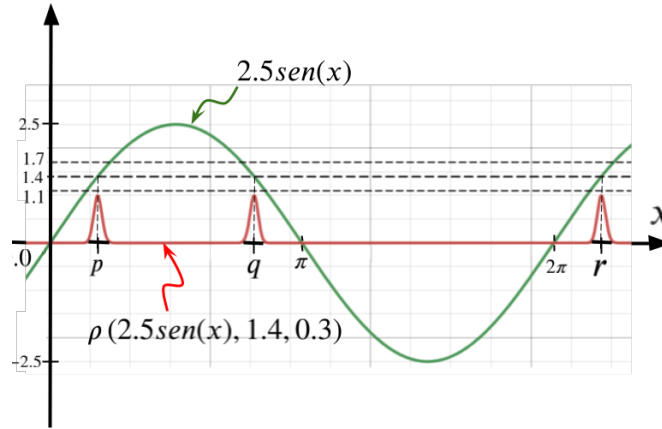


Figura 2.3.2: Ejemplo grafico de una función de similitud.

la gráfica verde corresponde a la función $2.5\text{sen}(x)$.

La gráfica verde corresponde a la función, si bien la función de similaridad puede ser usada en múltiples caracterizaciones de las magnitudes de variables, en la siguiente sección será utilizada para generar tres métricas de evaluación.

2.3.5. Desarrollo de la función de discrepancia

Contrario a la función de similitud, esta busca tener una amplitud mayor en la caracterización de un resultado respecto al criterio planteado, la función discrepa de 0 a 1 cuando el criterio se ve superado por las respuestas de un evaluados y entrega valores de 0 a -1 cuando las respuesta de un evaluado son aproximaciones al criterio, en otras palabras tiene resultados que se alejan de lo ideal y también la función puede valer cero cuando el criterio se cumple en su totalidad, siendo una función integral que puede caracterizar variedad de matices de un mismo resultado. Estas características de la función ayudan al análisis de opciones a tomar en cuenta para una toma de decisiones correcta.

El propósito de la función propuesta es que indique la discrepancia que existe entre una variable con respecto a un parámetro, es decir, construir una función basada en la función de la tangente hiperbólica.

Una función tangente hiperbólica adecuadamente configurada, puede caracterizar la diferencia entre una variable x y un parámetro c , como se muestra enseguida

$$\sigma(x, c, \beta) = \tanh\left(\frac{3}{\beta}(x - c)\right) \quad (2.3.27)$$

Con esta estructura la función es cero cuando no hay diferencia entre la variable x y el parámetro c , una diferencia positiva de al menos β unidades entrega un valor muy cercano al 1.0; si la diferencia

negativa es de al menos una magnitud de β unidades, entrega un valor muy cercano al -1.0, como se muestra en la siguiente figura

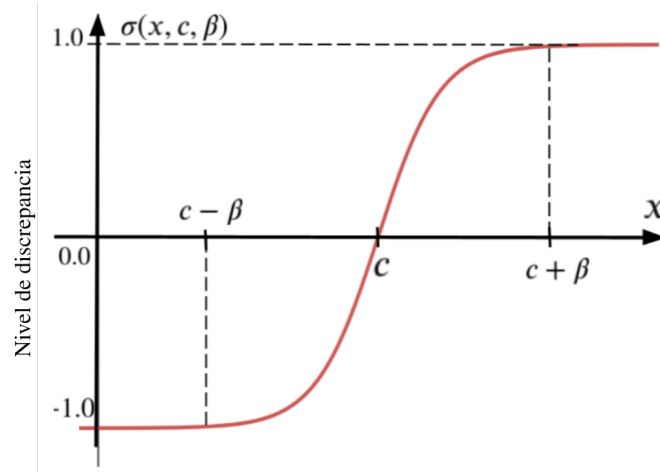


Figura 2.3.3: Ejemplo gráfico de una función de discrepancia.

Observación 6 *El nivel de discrepancia está normalizado entre -1 hasta 1, es decir,*

$$-1 \leq \sigma(x, c, \beta) \leq 1 \quad (2.3.28)$$

de modo que si existe discrepancia entre la variable x y el parámetro c , la función caracteriza con un valor dentro del rango de -1 a 1; si hay una diferencia superior absoluta a β la función es prácticamente 1, en cambio si hay una diferencia inferior absoluta a β la función es prácticamente -1, esta interpretación puede ser expresada como sigue, [2.3.29](#)

$$\sigma(x, c, \beta) \cong \begin{cases} 1, & x - c \geq \beta \\ 0, & x \cong c \\ -1, & x - c \leq -\beta \end{cases} \quad (2.3.29)$$

Estándares de desempeño y determinación de rangos de aceptación

En los procesos de evaluación es frecuente establecer criterios que permitan distinguir entre niveles aceptables y no aceptables de desempeño. La definición de estos límites se conoce como establecimiento de estándares de desempeño (performance standards) y constituye una práctica ampliamente utilizada en ámbitos educativos, organizacionales y de certificación profesional. Su objetivo consiste en determinar los niveles mínimos de cumplimiento requeridos para considerar que una persona, proceso o sistema satisface los criterios definidos para una evaluación determinada.

De acuerdo con Cizek et al. (2004), los estándares de desempeño representan puntos de referencia que permiten interpretar los resultados de una evaluación en función de niveles de logro previamente

establecidos. Estos estándares no son valores universales, sino que dependen del contexto, de los objetivos de la evaluación y del nivel de exigencia requerido. Por esta razón, diferentes instituciones pueden adoptar distintos umbrales de aprobación para una misma escala de calificación, siempre que dichos valores correspondan a criterios metodológicos y al juicio de expertos en el área de aplicación.

Bajo esta perspectiva, el parámetro β de la función gaussiana propuesta en esta investigación puede interpretarse como un mecanismo para definir el rango de aceptación asociado a un criterio de evaluación. El valor central de la función representa el desempeño ideal o criterio de referencia, el parámetro β establece la amplitud de las desviaciones que continúan siendo consideradas aceptables dentro del proceso de evaluación.

La utilización de una holgura alrededor del criterio de referencia permite reconocer que, en aplicaciones reales, es poco frecuente que los individuos coincidan exactamente con el valor ideal esperado. En consecuencia, resulta necesario definir márgenes de tolerancia que permitan absorber variaciones inherentes al fenómeno analizado sin que estas impliquen necesariamente un incumplimiento del criterio establecido.

En este sentido, la selección del parámetro β se fundamenta en principios similares a los utilizados para la definición de estándares de desempeño, donde el rango de aceptación se determina en función del nivel de exigencia deseado y de las características particulares del contexto de evaluación. Un valor reducido de β genera una evaluación más estricta al admitir únicamente desviaciones pequeñas respecto al criterio de referencia, mientras que valores mayores permiten una evaluación más flexible al ampliar el intervalo de aceptación.

Debido al carácter general de la metodología propuesta, no se establece un valor único para β , sino que su determinación queda asociada a las necesidades específicas de cada aplicación. Esta flexibilidad permite adaptar la sensibilidad de la métrica a distintos dominios de evaluación, manteniendo la capacidad de representar cuantitativamente el grado de similitud y discrepancia entre los resultados observados y el criterio de referencia definido.

Tabla 2.6: Comportamiento de la variable β con diferentes valores.

β	Interpretación del valor β respecto a la holgura	Comportamiento esperado
β con un valor pequeño	Poca holgura	Alta sensibilidad, pequeñas desviaciones reducen significativamente la similitud
β con un valor intermedio	Holgura media	Balance entre tolerancia y discriminación
β un valor grande	Mucha holgura	Baja sensibilidad, se admiten desviaciones más amplias

Se evaluó conceptualmente el comportamiento de la función ante diferentes valores de β observándose que la disminución del parámetro incrementa la sensibilidad de la métrica, mientras que su incremento amplía el rango de aceptación alrededor del criterio de referencia. Esto se significa que β actúa como un regulador de la tolerancia del sistema de evaluación.

Capítulo 3

Metodología para el diseño de formularios, flujos de retroalimentación y desarrollo de métricas

Con el propósito de facilitar la aplicación y reproducción de la metodología propuesta, se desarrolló un manual metodológico complementario incluido en los anexos. Dicho documento contiene la descripción operativa detallada de cada etapa, mientras que en este capítulo se presenta únicamente una visión general de su estructura.

La metodología contiene un total de 35 páginas con pautas, pasos guiados y recomendaciones para la redacción de todas las secciones de un formulario hasta la evaluación de sujetos evaluados, las secciones desarrolladas tienen el objetivo de guiar al usuario en el diseño de un formulario para un caso de estudio, dando como resultado un constructo de evaluación válido y confiable, recopilación de datos, estructuración de una base de datos limpia, evaluación de criterios con 2 funciones con fines distintos, y la información necesaria para la toma de decisiones informadas.

Contenido de la metodología diseño de formularios con flujos de retroalimentación para el desarrollo de métricas de conocimiento

- Resumen
- Introducción
- I.- Pautas para la correcta aplicación
 - 1.1 Formularios
 - ¿Qué es un formulario?
 - ¿Por qué un nuevo formulario?

- 1.1.1.- Tipos de preguntas
- 1.2.- Validaciones y Restricciones de los ítems
- II.- Validación de instrumentos
 - 2.1.- Base de datos
 - ¿Qué hacer con la información recopilada?
 - ¿Qué es la escala alfa de Cronbach?
 - 2.1.1.- ¿Qué función tiene la escala?
 - 2.1.2.- Estructura de la función para calcular el coeficiente alfa a partir de las varianzas.
 - 2.1.3- Recomendaciones para mejorar la validez.
 - 2.1.4.- Consideraciones sobre el tamaño muestral
 - 2.2.- Formulario equivalencia (Test-retest)
 - 2.3.- Coeficiente de correlación de Pearson
 - 2.3.1.- Cómo calcular el Coeficiente de correlación de Pearson con la herramienta Google Sheets
 - 2.3.2.- Cómo calcular p en Google sheets:
 - 2.4.- Evaluación de criterios
 - 2.4.1.- Función de similitud
 - 2.4.2.- Función de discrepancia
- III.- Planeación para el diseño de un formulario.
 - Paso 1.-Identificación del problema.
 - Paso 1.1.- Definir objetivo general y objetivos específicos
 - Paso 1.2.- Definir criterios cualitativos de evaluación del atributo y delimitarlos
 - Paso 1.3.- Definir criterios cuantitativos de evaluación del formulario y delimitarlos
 - Paso 1.4.- Estándares de desempeño.
 - Paso 2.- Identificar el público objetivo
 - Paso 2.1.- Alcance del formulario
 - Paso 2.2.- Resultados esperados del formulario
 - Paso 2.3.- Caracterización del Encuestado
 - Paso 3.- Redacción y Formulación de Interrogantes

- Paso 3.1.- Mapa de Contenido y Flujo de Navegación
- Paso 3.2.- Secciones del flujo de navegación
- Paso 3.3.- Estructura propuesta de las secciones que debe integrar el formulario
- Sección a) para recopilar información personal del encuestado.
- Sección b) antecedentes (contexto actual del encuestado)
- Sección c) contingencia
- Secciones d) para la evaluación específica de cada atributo.
- Sección e) flujos de retroalimentación, formularios equivalencia
- Sección f) la parte final del formulario
- Paso 4.- Prototipado y Pruebas de Usabilidad (Validez del formulario)
- Paso 4.1.- Prototipado y Pruebas de Usabilidad
- Paso 4.2.- Pruebas de Usabilidad
- Paso 4.3.- Implementación Técnica
- Paso 5.- Pruebas Finales y Lanzamiento
- Paso 5.1.- Lanzamiento (recopilación de datos con el público objetivo)
- Paso 6.- Estructuración de la información recopilada
- Paso 6.1.-Estructuración de la base de datos
- Paso 6.2.- Depurar información de secciones no evaluables.
- Paso 6.3.- Depurar las secciones de información personal y datos demográficos.
- Paso 7.- Evaluación de criterios
- Paso 7.1 Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson
- Paso 7.2.- Evaluar con la función de similitud y discrepancia.
- Paso 7.3.- Reporte de resultados informado
- Paso 7.3.1.- Carátula del reporte de resultados
- Conclusiones
- Referencias

Consulta de la metodología

La metodología propuesta se describe de manera general dentro del presente documento con el propósito de exponer los fundamentos, etapas y resultados de la investigación. No obstante, debido

a la extensión y nivel de detalle requerido para su correcta aplicación, se desarrolló un manual metodológico complementario incluido en los anexos.

Por lo tanto, cualquier consulta relacionada con procedimientos específicos, criterios de diseño, validación de instrumentos, formularios equivalentes, parámetros de evaluación, funciones utilizadas o recomendaciones de implementación puede ser consultada en el anexo metodológico [5.2.2](#).

Capítulo 4

Resultados

4.1. Introducción

Los formularios utilizados en esta investigación corresponden a instrumentos previamente diseñados y validados en una etapa metodológica anterior. La estimación de la confiabilidad y la validez del constructo fue realizada con una muestra independiente y de mayor tamaño, obteniéndose los índices reportados en cada formulario. Posteriormente, dichos instrumentos fueron aplicados a una muestra de 20 participantes en el contexto del caso de estudio, con el propósito de recopilar la información necesaria para el análisis de los resultados. En consecuencia, la muestras utilizadas en esta etapa no forma parte del proceso de validación del instrumento, sino de su aplicación práctica.

El principal objetivo de los formularios propuestos, es demostrar que la metodología tiene la capacidad de evaluar habilidades o aptitudes.

Ambos formularios fueron elaborados conforme a la metodología propuesta, con la finalidad de evaluar habilidades y traducirlas a valores cuantitativos susceptibles de análisis. A partir de su aplicación, es posible identificar tendencias y comportamientos en los resultados obtenidos, evidenciando la contribución de los instrumentos como apoyo objetivo en los procesos de toma de decisiones.

La elección de estos dos casos de estudio se debe a tres razones que se describen a continuación:

- Son casos de estudio con ausencia de información en la evaluación de habilidades.
- Comprobar que el uso de la metodología tiene un amplio margen de aplicación.
- Se desarrollo una buena relación de trabajo con los establecimientos que decidieron colaborar con el proyecto

4.2. Formulario 1: evaluación de habilidades generales y específicas en un negocio de alimentos

4.2.1. Introducción Del formulario 1

Se diseñó en base a la problemática que presenta un negocio de alimentos, específicamente en un negocio de hamburguesas, el cual es un establecimiento que tiene poco tiempo de operación y constantemente se tiene presente la mejora continua de este mismo, por lo tanto cuenta con áreas de oportunidad laboral para nuevos empleados que cumplan los requisitos indispensables para el puesto al cual se postulen, este formulario fue validado con una muestra independiente logrando una validez de 0.81 en la escala alfa de Cronbach.

4.2.2. Planeación del formulario 1

Identificación del problema: Mr. Burger es un negocio emergente de comida rápida, con varias oportunidades de mejora en su estructura laboral para distintas áreas, es indispensable identificar al personal correcto que cuente con las habilidades necesarias para un desarrollo optimo, ya que es reducido el personal de este establecimiento.

Objetivo general de la evaluación: El objetivo de este formulario es encontrar el personal idóneo para desarrollar sus habilidades a fin en cada área de trabajo en un negocio de snacks.

Objetivos específicos: Se requiere personal con experiencia para trabajar en las siguientes áreas:

- Cocina
- Atención al Cliente (Meseros)
- Recepcionista
- Lavalozas

Identificación de los atributos cualitativos y características a evaluar

Definir criterios de evaluación del atributo y delimitarlos

Tabla 4.1: Criterio cualitativo del atributo cocinar.

Atributo: Cocinar			
Característica	Hacer hamburguesas	Hacer hot dogs	Hacer alitas
Nivel de necesidad	Intermedio	Intermedio	Intermedio

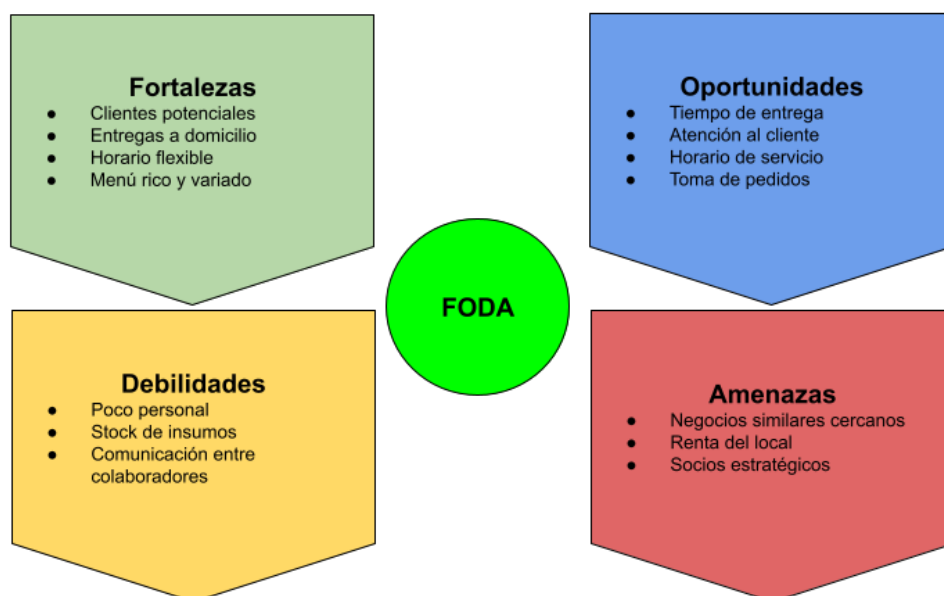


Figura 4.2.1: Análisis FODA del formulario 1.

Tabla 4.2: Criterio cualitativo del atributo mesero.

Atributo: Mesero			
Característica	Tomar pedidos	Atender comensales	Facilidad de palabra
Nivel de necesidad	Intermedio	Intermedio	Alto

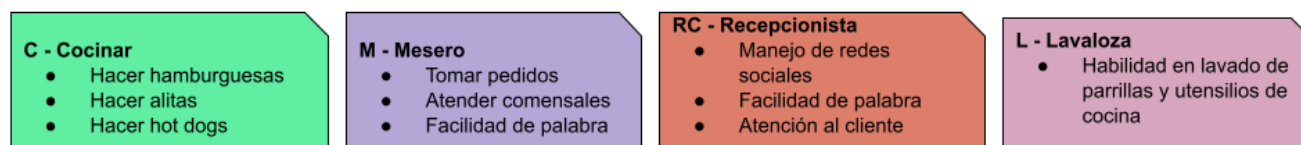


Figura 4.2.2: Atributos y características a evaluar del formulario 1.

Tabla 4.3: Criterio cualitativo del atributo recepcionista.

Atributo: Recepcionista			
Característica	Manejo de redes sociales	Facilidad de palabra	Atención al cliente
Nivel de necesidad	Alto	Alto	Alto

Tabla 4.4: Criterio cualitativo del atributo lavaloz.

Atributo: Lavaloz	
Característica	Habilidad en lavado de parrillas y utensilios de cocina
Nivel de necesidad	Intermedio

Definición de los criterios cuantitativos de evaluación del formulario y delimitarlos

- Cantidad de reactivos por característica: 5 para cada uno
- Puntaje intervalar: 10 - 50

4.2.3. Criterios para la función de similitud del formulario 1

Dentro del contexto del Formulario 1, se establecen los criterios cuantitativos de evaluación asociados a la función de similitud, definidos como $\rho(x, c, \beta)$. En esta representación, x corresponde al valor numérico obtenido de una medición, c representa la referencia o criterio de evaluación establecido, y β define el margen de desviación permitida respecto al valor de referencia, denominado también holgura del sistema de evaluación.

Con el propósito de facilitar la interpretación de dichos criterios, se incorporan representaciones gráficas basadas en curvas de campana, las cuales permiten visualizar el comportamiento de la función de similitud en relación con la dispersión de los resultados obtenidos por un conjunto de evaluados. Estas representaciones gráficas constituyen una aproximación analítica para comprender

la sensibilidad de la función ante variaciones en los valores medidos, así como la proximidad de cada resultado respecto al criterio ideal de evaluación previamente definido.

Tabla 4.5: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo cocinar.

Atributo: Cocinar			
Característica	Hacer hamburguesas	Hacer hot dogs	Hacer alitas
Nivel de necesidad	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Criterio de evaluación	ρ (H. Ham,150,50)	$+\rho$ (H. Hot,150,50)	$+\rho$ (H. Alit,150,50)

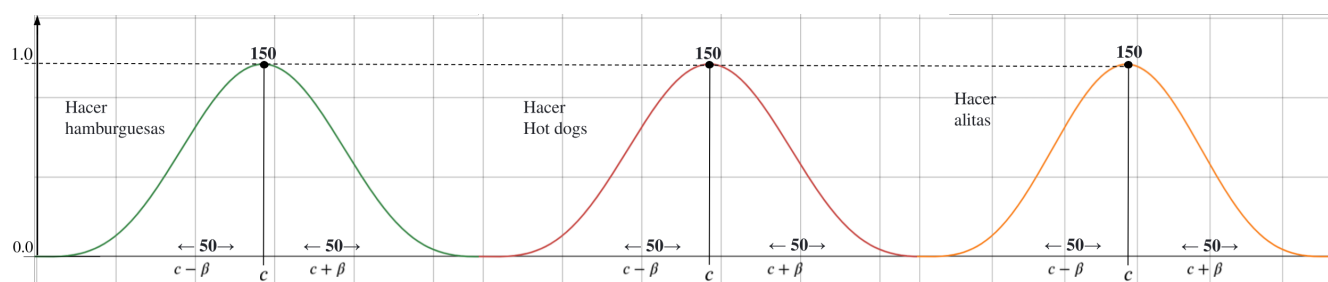


Figura 4.2.3: Criterio gráfico de similitud del atributo cocinar.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Hacer.hamburguesas} < 200$$

$$100 < \text{Hacer.hotdogs} < 200$$

$$100 < \text{Hacer.alitas} < 200$$

La figura 4.2.3 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.5

Tabla 4.6: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo mesero.

Atributo: Mesero			
Característica	Tomar pedidos	Atender comensales	Facilidad de palabra
Nivel de necesidad	Intermedio	Intermedio	Alto
Criterio de evaluación	ρ (TP,150,50)	$+\rho$ (AC,150,50)	$+\rho$ (FP,200,30)

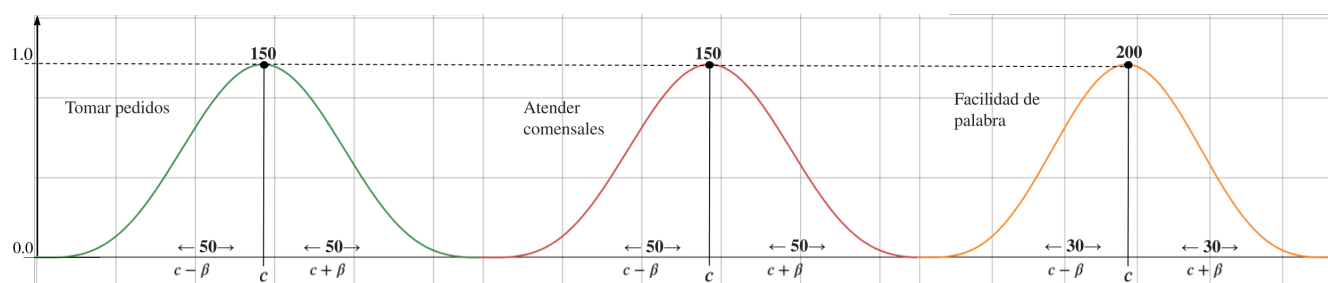


Figura 4.2.4: Criterio gráfico de similitud del atributo mesero.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Tomar} - \text{pedidos} < 200$$

$$100 < \text{Atender} - \text{comensales} < 200$$

$$150 < \text{Facilidad} - \text{de} - \text{palabra} < 250$$

La figura 4.2.4 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.6

Tabla 4.7: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo recepcionista.

Atributo: Recepcionista			
Característica	Manejo de redes sociales	Facilidad de palabra	Atención al cliente
Nivel de necesidad	Alto	Alto	Alto
Criterio de evaluación	$\rho_{(MRS,200,30)}$	$+\rho_{(FP,200,30)}$	$+\rho_{(AC,200,30)}$

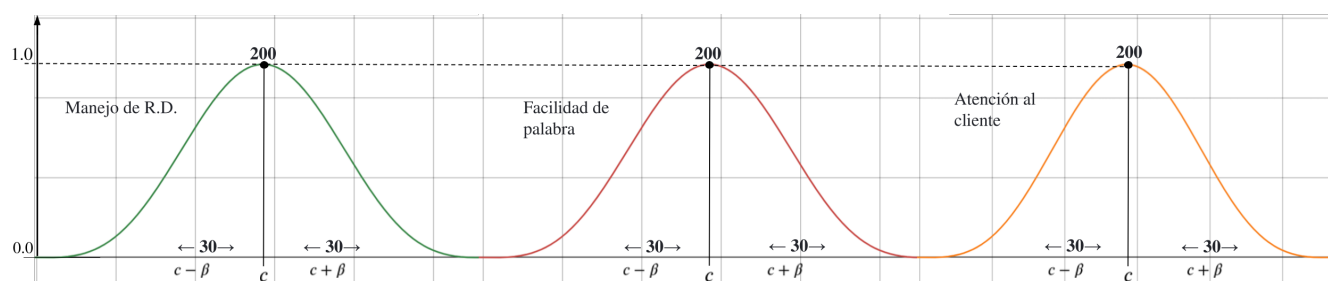


Figura 4.2.5: Criterio gráfico de similitud del atributo recepcionista.

dominio de la función en todo el criterio:

$$170 < \text{Manejo} - \text{de} - \text{R.D.} < 230$$

$$170 < \text{Facilidad} - \text{de} - \text{palabra} < 230$$

$$170 < \text{Atención} - \text{al} - \text{cliente} < 230$$

La figura 4.2.5 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.7

Tabla 4.8: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo lavaloz.

Atributo: Lavaloz	
Característica	Habilidad en lavado de parrillas y utensilios de cocina
Nivel de necesidad	Intermedio
Criterio de evaluación	$\rho_{(H. LAVADO, 150, 50)}$

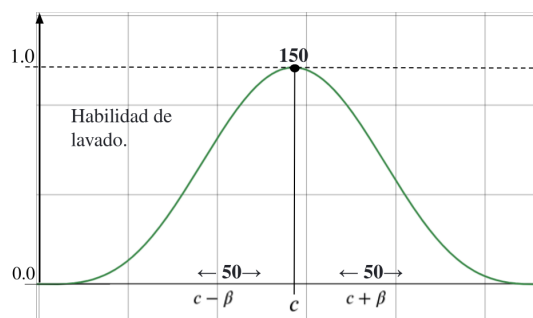


Figura 4.2.6: Criterio gráfico de similitud del atributo Lavaloz.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Habilidad} - \text{de} - \text{lavado} < 200$$

La figura 4.2.6 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.8

4.2.4. Criterios para la función de discrepancia del formulario 1

Dentro del contexto del Formulario 1, se establecen los criterios cuantitativos de evaluación asociados a la función de la tangente hiperbólica, definidos como $\sigma(x, c, \beta)$. En esta representación, x corresponde al valor numérico obtenido de una medición, c representa la referencia o criterio de evaluación establecido, y β define el margen de desviación permitida respecto al valor de referencia, denominado también holgura del sistema de evaluación.

Con el propósito de facilitar la interpretación de dichos criterios, se incorporan representaciones gráficas basadas en asíntotas horizontales, las cuales permiten visualizar el comportamiento de la función de discrepancia en relación con la dispersión de los resultados obtenidos por un conjunto de evaluados. Estas representaciones gráficas constituyen una aproximación analítica para comprender la sensibilidad de la función ante variaciones en los valores medidos, así como la proximidad de cada resultado respecto al criterio ideal de evaluación previamente definido.

Tabla 4.9: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo cocinar.

Atributo: Cocinar			
Característica	Hacer hamburguesas	Hacer hot dogs	Hacer alitas
Nivel de necesidad	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Criterio de evaluación	σ (H. Ham,150,50)	$+\sigma$ (H. Hot,150,50)	$+\sigma$ (H. Alit,150,50)

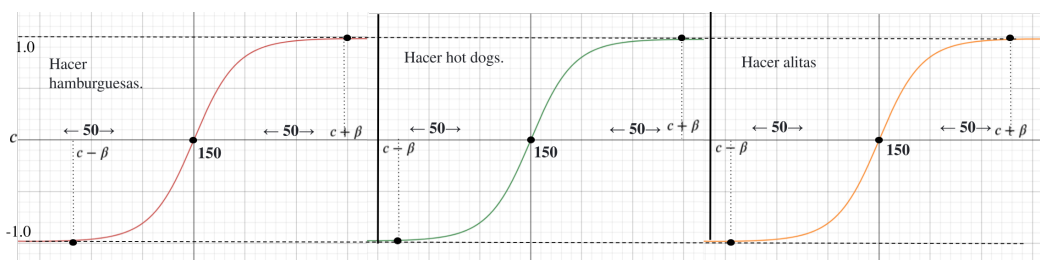


Figura 4.2.7: Criterio gráfico de discrepancia del atributo cocinar.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Hacer} - \text{hamburguesas} < 200$$

$$100 < \text{Hacer} - \text{hot} - \text{dogs} < 200$$

$$100 < \text{Hacer} - \text{alitas} < 200$$

La figura 4.2.7 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.9

Tabla 4.10: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo mesero.

Atributo: Mesero			
Característica	Tomar pedidos	Atender comensales	Facilidad de palabra
Nivel de necesidad	Intermedio	Intermedio	Alto
Criterio de evaluación	σ (TP,150,50)	$+\sigma$ (AC,150,50)	$+\sigma$ (FP,200,30)

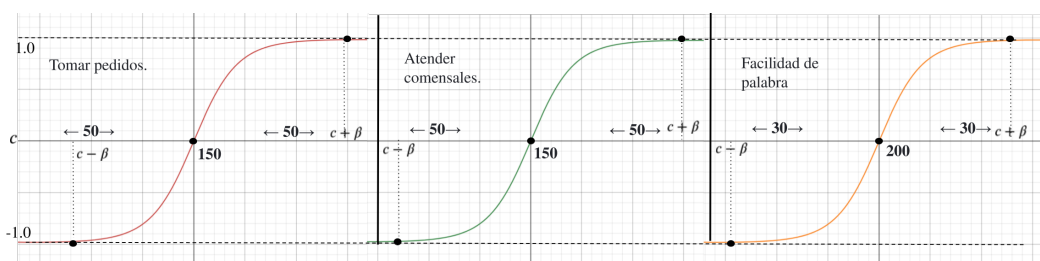


Figura 4.2.8: Criterio gráfico de discrepancia del atributo mesero.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Tomar} - \text{pedidos} < 200$$

$$100 < \text{Atender} - \text{comensales} < 200$$

$$170 < \text{Facilidad} - \text{de} - \text{palabra} < 230$$

La figura 4.2.8 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.10

Tabla 4.11: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo recepcionista.

Atributo: Recepcionista			
Característica	Manejo de redes sociales	Facilidad de palabra	Atención al cliente
Nivel de necesidad	Alto	Alto	Alto
Criterio de evaluación	$\sigma(\text{MRS}, 200, 30)$	$+\sigma(\text{FP}, 200, 30)$	$+\sigma(\text{AC}, 200, 30)$

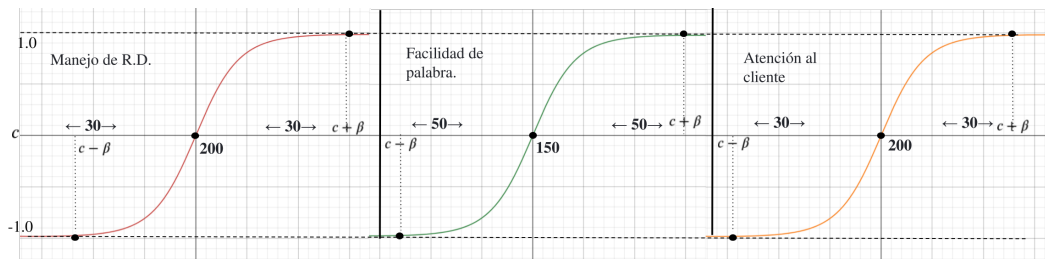


Figura 4.2.9: Criterio gráfico de discrepancia del atributo recepcionista.

dominio de la función en todo el criterio:

$$170 < \text{Manejo} - \text{de} - \text{RD} < 230$$

$$170 < \text{Facilidad} - \text{de} - \text{palabra} < 230$$

$$170 < \text{Atención} - \text{al} - \text{cliente} < 230$$

La figura 4.2.9 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.11

Tabla 4.12: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo lavaloz.

Atributo: Lavaloz	
Característica	Habilidad en lavado de parrillas y utensilios de cocina
Nivel de necesidad	Intermedio
Criterio de evaluación	$\sigma(\text{H. LAVADO}, 150, 50)$

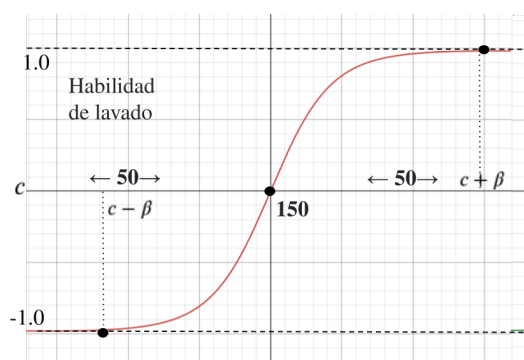


Figura 4.2.10: Criterio gráfico de discrepancia del atributo lavadoza.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Habilidad} - \text{lavado} < 200$$

La figura 4.2.10 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.12

Identificar el público objetivo

- Perfil de usuario: Este formulario sera enfocado en una población de sexo indistinto con un promedio de entre 18 a 40 años con un grado de escolaridad mínimo de nivel secundaria.
- Contexto de uso: El formulario será desarrollado en la plataforma de Google Forms para ser distribuido principalmente en dispositivos celulares o computadoras.

Alcance del formulario

La información recopilada generará una base de datos estructurada, esta contendrá valores cuantitativos de cada una de las respuestas de cada participante con esta información se espera evaluar las respuestas de cada sección y con este procedimiento asignarle un valor cuantitativo como calificación de la sección evaluada, para analizar y comparar posteriormente todos los resultados y poder efectuar una toma de decisiones válida y confiable dentro del establecimiento. Este instrumento se aplicará en un periodo de dos semanas, y está diseñado para obtener resultados cuantitativos y cualitativos mediante preguntas cerradas (tipo Likert) y abiertas. Los datos recolectados serán analizados para establecer patrones de percepción, nivel conocimiento en áreas específicas y oportunidades de recurso humano que mejor se adapten al empleo a conseguir.

Resultados esperados del formulario

Se espera poder seleccionar al menos un candidato por atributo siempre y cuando sus resultados sean dentro de los criterios establecidos, con esto se debe mejorar el ritmo de trabajo, la calidad de servicio y una mejora en el margen de ganancia del establecimiento de alimentos.

Caracterización del Encuestado

- **Título del formulario:** Evaluación de aptitudes para ser candidato a un puesto de trabajo en Mr. Burger.
- **Obtención de consentimiento informado (*Indispensable*):** Este formulario tiene la finalidad de evaluar sus conocimientos en áreas que el establecimiento tiene disponibles para contratación inmediata, de acuerdo a sus respuestas se le podrá asignar una opción de trabajo en el establecimiento, la información recopilada es de carácter confidencial para únicamente y exclusivamente poder ofertar una propuesta laboral y de igual manera sus respuestas serán tratadas de forma anónima, suerte.
- **Información de Identificación:**
 - Nombre.
 - Apellidos.
 - Fecha de nacimiento.
 - Dirección.
 - Número telefónico celular.
 - Nivel académico
 - ¿Su nivel educativo es Comprobable?
 - Estado civil.

Redacción y Formulación de reactivos (preguntas)

Mapa de Contenido y Flujo de Navegación

Tabla 4.13: Mapa de contenido y flujo de navegación

Sección 1 Información personal del encuestado	
Sección 2 de antecedentes generales a fin con el formulario	
Sección 3 C - Cocinar	Sección 7 Equivalencia C - Cocina
Sección 4 M - Mesero	Sección Equivalencia 8 M - Mesero
Sección 5 RC - Recepcionista	Sección Equivalencia 9 RC - Recepcionista
Sección 6 L - Lavalozza	Sección Equivalencia 10 L - Lavalozza
Sección 11 fin del formulario	

Como se puede apreciar en la tabla 4.13 el formulario consta de 11 secciones de las cuales sólo serán evaluadas con la metodología planteada, estas secciones evaluadas van desde la número 3 hasta la 11, con un total de 120 reactivos evaluables.

Flujo de navegación

Es común que el orden del mapa de contenido coincida con el flujo de navegación del formulario, este es una herramienta que ayuda a tener claro la cantidad de secciones y el nombre o cómo identificar cada una, más no directamente el orden en cómo será integradas al formulario, por lo tanto es importante desarrollar un flujo de navegación idóneo para tener un orden de las respuestas y no abrumar al encuestado con una constante de reactivos complejos.

- Sección 1 Información personal del encuestado
- Sección 2 de antecedentes generales a fin con el formulario
- Sección 3 C - Cocinar
- Sección 4 M - Mesero
- Sección 5 RC - Recepcionista
- Sección 6 L - Lavalozza
- Sección 7 Equivalencia C - Cocina
- Sección Equivalencia 8 M - Mesero
- Sección Equivalencia 9 RC - Recepcionista
- Sección Equivalencia 10 L - Lavalozza
- Sección 11 fin del formulario

Desarrollo de los reactivos del formulario

El formulario tuvo un proceso de validación y corrección de errores con la finalidad de lograr un rango de validación de 0.81 , este proceso fue realizado en todos los formularios, dado que cada atributo tiene un enfoque de evaluación de un área específica distinta, por lo tanto son mutuamente excluyentes uno del otro, no obstante en la versión final del formulario se presentan la evaluación con todas las secciones de forma secuencial, por lo tanto, es importante tener muy bien identificado el contenido de cada sección para estructurar la base de datos con etiquetas que faciliten la identificación de los datos que pertenecen a cada característica evaluada.

En esta sección se redactaron los reactivos del formulario de un negocio de alimentos, con un total de 11 secciones de las cuales tres, estas secciones son las siguientes: sección 1, sección 2, y sección 11, en el caso de la sección 1 y 2 se enfocan en recopilar información para caracterizar al encuestado y recopilar información no estructurada con la finalidad de conocer al encuestado, la sección 11 agradeció al encuestado su participación y presenta instrucciones posteriores a su evaluación, pese a ello, de la sección 3 a la 10 se redactaron 15 reactivos por sección a excepción de la sección 6 a la 10 que únicamente evalúan una característica de ese atributo con 5 reactivos. La redacción de los reactivos dio como resultado un total de 112 excluyendo 12 de la sección 1 y 2, 50 reactivos evalúan los atributos directamente con las secciones 3, 4, 5 y 6 mientras que los otros 50 reactivos evalúan los atributos de manera equivalente, este formulario desarrollado en la

plataforma de Google Forms fue validado en base a la escala alfa de Cronbach una de las opciones que se encuentran vigentes actualmente para validar un constructo de recopilación de información, este formulario fue aplicado a 20 sujetos dando como resultado una base de datos que contiene 2000 respuestas evaluables y 240 no evaluables.

4.2.5. Interpretación de resultados del formulario 1

Tabla 4.14: Base de datos con los puntajes totales del formulario.

Puntajes totales de cada característica y puntajes totales de cada atributo.										
Numero de encuestado	Evaluación									
	Cocina			Mesero			RCP			Lavaloza
	Hacer hamburguesas	Hacer hotdogs	Hacer alitas	tomar pedidos	Atender comensales	Facilidas de palabra	Manejo de redes sociales	Facilidad de palabra	Atención al cliente	Lavado de utensilios de cocina
1	150	150	150	240	250	240	220	240	230	250
2	160	200	170	120	150	130	170	130	200	140
3	130	210	200	150	180	110	90	110	90	120
4	190	200	110	130	140	140	170	140	140	140
5	170	150	170	170	170	130	210	130	210	170
6	130	120	150	140	150	110	150	110	180	120
7	150	150	150	240	230	220	210	220	140	190
8	100	210	90	130	120	190	200	190	190	170
9	150	150	150	150	150	200	200	200	200	150
10	140	130	150	250	250	210	250	210	250	250
11	250	220	240	250	250	210	250	210	250	250
12	150	150	150	170	130	170	170	170	180	160
13	133	140	120	180	160	160	180	160	250	140
14	240	230	250	250	250	210	250	210	250	250
15	210	240	170	150	130	160	180	160	170	180
16	250	170	160	190	150	190	130	190	190	210
17	190	180	200	130	120	120	200	120	130	140
18	150	220	220	150	120	150	200	150	140	170
19	160	200	200	140	180	130	170	130	180	150
20	150	120	130	130	200	170	190	170	150	170

La tabla 4.14 es una base de datos estructurada que contiene únicamente los puntajes que el participante acumuló en base a sus respuestas, la columna en color blanco como su encabezado dice, contiene el número de participantes que han contestado el formulario, en las siguientes tres columnas que llevan de encabezado cocina, mesero, rcp, lavaloza, hace referencia al atributo evaluado e individualmente contienen los puntajes de cada característica, estos puntajes son la representación numérica de la evaluación de un atributo intangible como el conocimiento, dado que ya se cuenta con un valor cuantitativo de los atributos, se cuenta con todos los recursos para poder hacer uso de la función de similitud y discrepancia para conocer qué participantes cumplen los criterios.

Tabla 4.15: Base de datos con los puntajes totales de la prueba de equivalencia del formulario.

Numero de encuestado	Esquivalencia									
	Cocina			Mesero			RCP			Lavaloza
	Hacer hamburguesas	Hacer hotdogs	Hacer alitas	tomar pedidos	Atender comensales	Facilidas de palabra	Manejo de redes sociales	Facilidad de palabra	Atención al cliente	Lavado de utensilios de cocina
1	250	30	250	200	200	20	230	240	200	190
2	150	130	120	190	70	40	190	130	180	140
3	90	120	200	80	170	110	100	110	80	190
4	150	130	140	180	100	160	190	140	210	160
5	240	200	250	180	210	160	210	130	130	120
6	190	190	180	200	150	140	110	110	170	190
7	170	110	140	220	210	160	140	220	160	180
8	100	160	120	210	160	90	160	190	110	150
9	160	120	140	110	110	180	170	180	160	130
10	250	220	230	230	250	180	250	210	250	220
11	250	240	230	230	250	220	250	210	250	250
12	250	240	230	230	250	230	180	170	200	130
13	140	170	150	150	180	200	250	160	250	120
14	250	240	230	250	250	230	250	210	250	250
15	170	170	140	130	160	200	170	160	120	180
16	220	140	120	120	170	100	140	190	140	170
17	180	130	130	170	160	130	130	120	120	190
18	150	160	130	130	170	160	200	150	90	160
19	130	220	170	110	190	170	170	130	120	150
20	130	110	170	150	150	150	170	170	190	140

Evaluación de criterios

4.2.6. Análisis de correlación de Pearson del formulario 1

Se cálculo el coeficiente de correlación de Pearson utilizando los puntajes totales obtenidos por los participantes en ambas aplicaciones(formulario principal y equivalencia).

El análisis mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.787$, con un nivel de significancia $p < 0.001$, lo que indica la existencia de una correlación positiva fuerte entre los resultados obtenidos en ambos instrumentos. Este resultado sugiere que los participantes conservaron una tendencia similar en sus puntuaciones, evidenciando un nivel adecuado de equivalencia entre ambas versiones.

La magnitud de la correlación obtenida proporciona evidencia adicional sobre la estabilidad de las mediciones realizadas y respalda la capacidad del formulario de equivalencia para reproducir de manera consistente el comportamiento observado en el instrumento principal. Por lo tanto, los resultados obtenidos fortalecen la confiabilidad de la metodología y respaldan las tomas de decisiones posteriores, de este caso de estudio, también el proceso verifica la consistencia de las respuestas recopiladas de ambas pruebas.

Evaluar con la función de similitud y discrepancia.

Tabla 4.16: Evaluación de criterios con función de similitud del formulario 1.

Función de similitud				
Candidato	Cocina	Mesero	Recepción	Lavaloza
1	1,00	0,00	0,06	0,00
2	0,47	0,41	0,34	0,85
3	0,18	0,41	0,00	0,24
4	0,06	0,46	0,01	0,85
5	0,68	0,35	0,43	0,53
6	0,59	0,62	0,06	0,24
7	1,00	0,06	0,27	0,08
8	0,01	0,47	0,76	0,53
9	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,79	0,21	0,21	0,00
11	0,00	0,21	0,21	0,00
12	1,00	0,36	0,07	0,85
13	0,57	0,36	0,06	0,85
14	0,00	0,21	0,21	0,00
15	0,18	0,51	0,06	0,24
16	0,46	0,57	0,43	0,00
17	0,11	0,25	0,33	0,85
18	0,33	0,41	0,33	0,53
19	0,30	0,36	0,06	1,00
20	0,59	0,19	0,22	0,53

La tabla 4.16 contiene los resultados de la evaluación de las respuesta con la función de similitud como se aprecia, en la columna candidato enumera la cantidad de participantes a los cuales se les aplicó la prueba, en las siguientes cuatro columnas se alojan los resultados de cada participante en cada atributo, resultados que se evaluaron en base a los criterios establecidos en el formulario. En 4.16 se puede observar tres colores verde, rojo y blanco a continuación se describe que representa cada color:

- Verde: representa a los participantes que cumplen con el criterio de evaluación exactamente como el caso de estudio lo requiere, siendo directamente las opciones idóneas para las vacantes del caso de estudio.
- Rojo: El rojo representa a los participantes fuera del criterio establecido, como se ha mencionado en distintas ocasiones esta función es mutuamente excluyente dado que busca cualquier similitud al criterio planteado y cualquier resultado inferior o superior a la holgura, es no deseado.

- Blanco: representa resultados de participantes con aproximaciones al criterio, las aproximaciones se pueden describir como ambigüedades, dado que, una aproximación inferior al criterio o superior al criterio es alejarse de un parámetro ya establecido y que el caso de estudio plantea como necesario, en otras palabras la función solo vale 1.0 cuando el criterio se cumple sin importar, que un valor alto (exceder el criterio por el margen superior) signifique alejarse del mismo y en caso contrario alejarse por carecer de conocimiento.

$$e^{-4} \left(\frac{x - 150}{50} \right)^2 + e^{-4} \left(\frac{x - 150}{50} \right)^2 + e^{-4} \left(\frac{x - 150}{50} \right)^2 = \text{Evaluación de un participante}$$

Figura 4.2.11: Evaluación de similitud del atributo cocina.

Como se puede observar en la tabla 4.16 el participante número 1 obtiene una similitud exacta al criterio del atributo “cocina”, que la prueba planteo, la evaluación de sus respuestas puede apreciarse como se muestra en 4.2.11, esta es la suma de las tres características evaluadas, cada función evaluó independientemente cada característica y entregando un resultado que puede ser tratado como una suma total, pero en este caso se dividió entre 3, eso es por el total de características que contiene el atributo “cocinar”.

Tabla 4.17: Evaluación de criterios con función de discrepancia del formulario 1.

Función de discrepancia				
Candidato	Cocina	Mesero	Recepción	Lavaloza
1	0,00	1,00	0,99	1,00
2	0,79	-0,65	-0,67	-0,54
3	0,39	-0,02	-1,00	-0,95
4	0,33	-0,79	-1,00	-0,54
5	0,56	0,22	0,17	0,83
6	-0,59	-0,51	-0,99	-0,95
7	0,00	0,99	0,24	0,98
8	-0,33	-0,85	-0,51	0,83
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	-0,46	0,92	0,92	1,00
11	1,00	0,92	0,92	1,00
12	0,00	-0,33	-0,98	0,54
13	-0,75	0,16	-0,32	-0,54
14	1,00	0,92	0,92	1,00
15	0,94	-0,61	-0,99	0,95
16	0,79	0,07	-0,84	1,00
17	0,98	-0,93	-0,67	-0,54
18	0,67	-0,65	-0,67	0,83
19	0,84	-0,20	-0,99	0,00
20	-0,59	-0,28	-0,92	0,83

La tabla 4.17 contiene los resultados de los 20 participantes, por contra parte, la función discrepancia si puede segmentar un resultado que supera o se aleja del criterio establecido, abriendo

una variedad de opciones para la toma de decisiones, dentro de la misma se pueden observar tres colores que varían dependiendo el resultado obtenido a continuación se describe el significado de cada color para un mejor entendimiento:

El color verde limón representa los participantes idóneos para desarrollarse en ese atributo evaluado y realizamos una comparación de ambas tablas (similitud y discrepancia) existe una coincidencia entre los participantes que cumplen con el criterio exactamente como se necesita, 1.0 en la función de similitud y 0.0 en la función de discrepancia.

El color verde oliva representa los participantes que además de cumplir con el criterio su calificación es superior a la establecida, como se puede observar con esta función obtenemos una tabla de resultados con matices más claros y una variedad de opciones válidas y confiables, al adjuntar un mayor número de postulantes a elegir, se puede realizar una toma de decisiones con algunas características externas al formulario que el aplicador podría tomar en cuenta.

El color rojo representa participantes que su evaluación dio resultados por debajo del criterio, algunos son aproximaciones muy cercanas a lo ideal y aunque hayan sido marcadas en rojo, puede contener participantes prácticamente igual de aptos que los de color verde limón.

A continuación se describe un ejemplo con opciones posibles a realizar dependiendo el resultado obtenido con la función de discrepancia:

- Supera el criterio con un resultado muy superior:
 - Delegar trabajo de una mayor complejidad.
 - Mejorar sueldo.
 - Dejar a cargo de un área de trabajo.
- Supera el resultado con lo mínimo:
 - Es un participante que puede hacer más de lo que el caso de estudio requiere.
 - Evaluar en un ámbito laboral si tiene un desempeño sobresaliente, de ser así asignar un mejor sueldo.
 - Delegar trabajo de mayor complejidad.
- Supera el resultado con lo mínimo:
 - Es un participante que puede hacer más de lo que el caso de estudio requiere.
 - Evaluar ya en un ámbito laboral si tiene un desempeño sobresaliente, asignarle un mejor sueldo.
 - Delegarle trabajo de mayor complejidad.
- Cumple exactamente con el criterio:
 - Cumple con las características que el caso de estudio plantea.

- Asignarle un sueldo que la empresa puede solventar sin problema.
- Crecer en conjunto la experiencia laboral (Empresa/Empleado).
- Se aleja del criterio con lo mínimo:
 - De no encontrar postulantes directos a la vacante se puede ampliar la vista de opciones, con resultados muy cercanos al criterio.
 - Ajustar su sueldo en caso de no ser un empleado laboralmente rentable.
 - Guiar al empleado a la mejora continua laboral.
- Se aleja del criterio con un resultado muy inferior:
 - En este caso de estudio no es el objetivo encontrar indicadores de bajo rendimiento laboral, pero de serlo este resultado podría ser usado para identificar sujetos con debilidades para su desempeño laboral y atender las causas con talleres, cursos de capacitación, etc.
 - En otro caso, este resultado puede ser usado para descartar postulantes.

$$\tanh\left(\frac{3}{50}(x-150)\right) + \tanh\left(\frac{3}{50}(x-150)\right) + \tanh\left(\frac{3}{50}(x-150)\right) = \boxed{\text{Evaluación de un participante}}$$

Figura 4.2.12: Evaluación de discrepancia del atributo Cocina”.

Como se observa en la tabla 4.17, el sujeto número 1 cumple con los criterios de evaluación en su totalidad, en la figura 4.2.12, se puede observar la aplicación de la función para evaluar dichos criterios, en este resultado el valor no discrepa, esto significa que el sujeto lo establecido por el caso de estudio

Observación 7 *El desarrollo de todos los pasos de la metodología y su método de aplicación en cada sección se pueden consultar en la sección 5.2.2, donde se visualiza la metodología completa.*

4.3. Formulario 2: evaluación de conocimiento en mantenimiento industrial

4.3.1. Introducción del formulario 2

Se diseñó en base a una problemática que presenta un negocio dedicado al mantenimiento industrial, este es un establecimiento que tiene 2 años de operación y dado su crecimiento laboral, se presentó la necesidad de ampliar su lista de técnicos en mantenimiento con experiencia, por lo tanto se desarrolló un formulario con las cualidades necesarias que el caso de estudio presenta, este formulario fue validado con una muestra independiente logrando una validez de 0.83 en la escala alfa de Cronbach.

4.3.2. Planeación del formulario 2

Planificación del formulario

Identificación del problema: Una empresa emergente enfocada en mantenimiento industrial busca personal con capacidades específicas para su desarrollo laboral en áreas específicas del establecimiento por lo tanto se identificó la necesidad de realizar evaluaciones a postulantes para las vacantes disponibles.

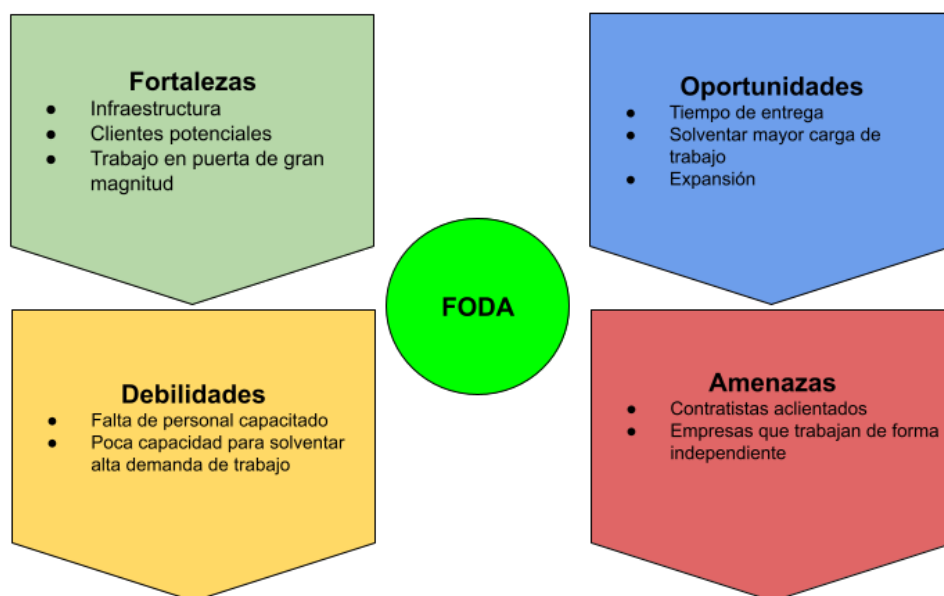


Figura 4.3.1: Análisis FODA del formulario 2.

Objetivo general de la evaluación El objetivo de este formulario es encontrar el personal idóneo para desarrollar sus habilidades de mantenimiento industrial en una empresa establecida ubicada en Emiliano Zapata.

Objetivos específicos

Se requiere personal con experiencia para trabajar en las siguientes áreas Instalaciones eléctricas

- Torno
- Herramientas
- Soldadura

Identificar los atributos y características a evaluar

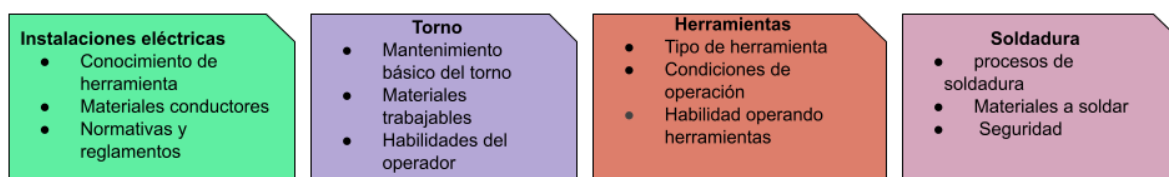


Figura 4.3.2: Atributos y características a evaluar del formulario 2.

Definir criterios de evaluación del atributo y delimitarlos

Tabla 4.18: Criterio cualitativo del atributo conocimiento en instalaciones eléctricas.

Atributo: conocimiento en instalaciones eléctricas			
Característica	Conocimiento de herramienta	Materiales conductores	Normativas y reglamentos
Nivel de necesidad	intermedio	alto	intermedio

Tabla 4.19: Criterio cualitativo del atributo conocimiento en torno.

Atributo: conocimiento en torno			
Característica	Mantenimiento básico del torno	Materiales trabajables	Habilidades del operador
Nivel de necesidad	alto	intermedio	alto

Tabla 4.20: Criterio cualitativo del atributo conocimiento en herramientas.

Atributo: conocimiento en herramientas			
Característica	Tipos de herramienta	Condiciones de operación	Habilidad como operador
Nivel de necesidad	intermedio	intermedio	intermedio

Tabla 4.21: Criterio cualitativo del atributo conocimiento en soldadura.

Atributo: conocimiento en soldadura			
Característica	Procesos de soldadura	Materiales	Seguridad
Nivel de necesidad	intermedio	alto	alto

Definir criterios cuantitativos de evaluación del formulario y delimitarlos

- Cantidad de reactivos por característica: 5 para cada una
- Puntaje intervalar: 10 - 50

4.3.3. Criterios para la función de similitud del formulario 2

Tabla 4.22: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en instalaciones eléctricas.

Atributo: conocimiento en instalaciones eléctricas			
Característica	Conocimiento de herramienta	Materiales conductores	Normativas y reglamentos
Nivel de necesidad	intermedio	alto	intermedio
Criterio de evaluación	$\rho_{(CH,150,50)}$	$+\rho_{(MC,200,30)}$	$+\rho_{(NyR,150,50)}$

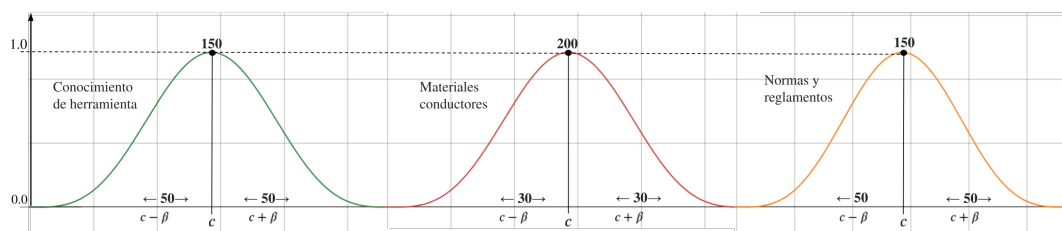


Figura 4.3.3: Criterio gráfico de similitud del atributo instalaciones eléctricas.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Conocimiento} - \text{de} - \text{herramienta} < 200$$

$$170 < \text{Materiales} - \text{conductores} < 230$$

$$100 < \text{Normativas} - \text{y} - \text{reglamentos} < 200$$

La figura 4.3.3 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.22

Tabla 4.23: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en torno.

Atributo: conocimiento en torno			
Característica	Mantenimiento básico del torno	Materiales trabajables	Habilidades del operador
Nivel de necesidad	alto	intermedio	alto
Criterio de evaluación	$\rho_{(MBT,200,30)}$	$+\rho_{(MT,150,50)}$	$+\rho_{(HO,200,30)}$

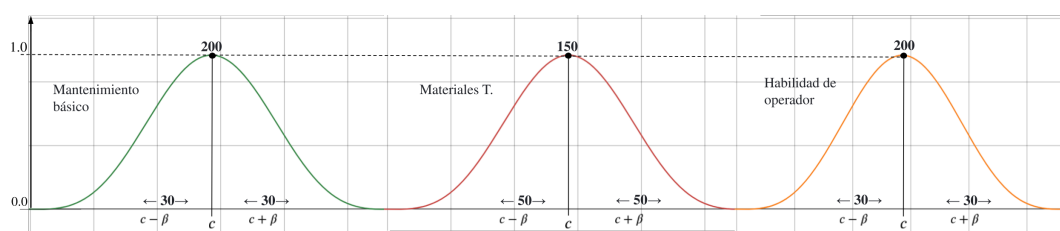


Figura 4.3.4: Criterio gráfico de similitud del atributo torno.

dominio de la función en todo el criterio:

$$170 < \text{Mantenimiento} - \text{básico} < 230$$

$$100 < \text{Materiales} - \text{trabajables} < 200$$

$$170 < \text{Habilidad} - \text{de} - \text{operador} < 230$$

La figura 4.3.4 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.23

Tabla 4.24: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en herramientas.

Atributo: conocimiento en herramientas			
Característica	Tipos de herramienta	Condiciones de operación	Habilidad como operador
Nivel de necesidad	intermedio	intermedio	intermedio
Criterio de evaluación	$\rho_{(CH,150,50)}$	$+\rho_{(CO,150,50)}$	$+\rho_{(HO,150,50)}$

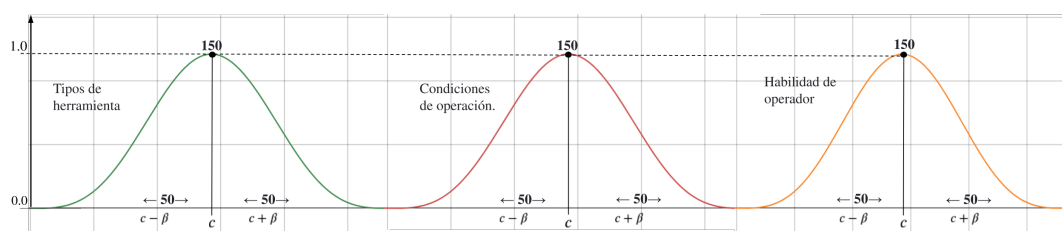


Figura 4.3.5: Criterio gráfico de similitud del atributo conocimiento en herramientas.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Tipos} - \text{de} - \text{herramienta} < 200$$

$$100 < \text{Condiciones} - \text{de} - \text{operación} < 200$$

$$100 < \text{Habilidad} - \text{como} - \text{operador} < 200$$

La figura 4.3.5 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.24

Tabla 4.25: Criterios de aplicación para la función de similitud del atributo conocimiento en soldadura.

Atributo: conocimiento en soldadura			
Característica	Procesos de soldadura	Materiales	Seguridad
Nivel de necesidad	intermedio	alto	alto
Criterio de evaluación	$\rho_{(PS,150,50)}$	$+\rho_{(MS,200,30)}$	$+\rho_{(S,200,30)}$

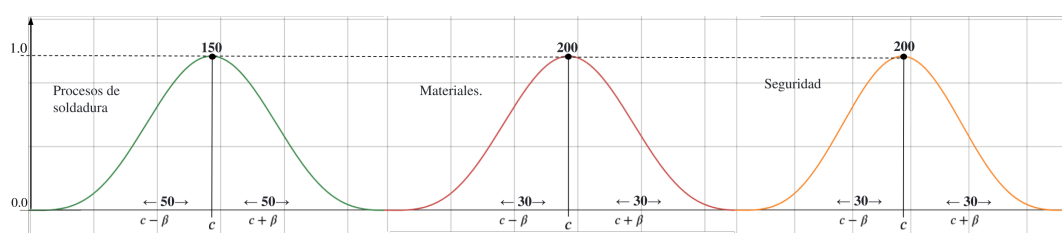


Figura 4.3.6: Criterio gráfico de similitud del atributo conocimiento en soldadura.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Procesos} - \text{de} - \text{soldadura} < 200$$

$$170 < \text{Materiales} < 230$$

$$170 < \text{Seguridad} < 230$$

La figura 4.3.6 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.25

4.3.4. Criterios para la función de discrepancia del formulario 2

Tabla 4.26: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo instalaciones eléctricas.

Atributo: conocimiento en instalaciones eléctricas			
Característica	Conocimiento de herramienta	Materiales conductores	Normativas y reglamentos
Nivel de necesidad	intermedio	alto	intermedio
Criterio de evaluación	$\sigma(\text{CH},150,50)$	$+\sigma(\text{MC},200,30)$	$+\sigma(\text{NyR},150,50)$

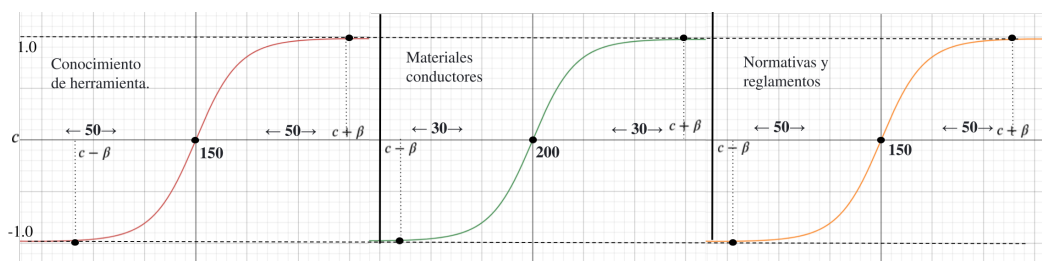


Figura 4.3.7: Criterio gráfico de discrepancia del atributo instalaciones eléctricas.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Conocimiento} - \text{de} - \text{herramienta} < 200$$

$$170 < \text{Materiales} - \text{conductores} < 230$$

$$100 < \text{Normativas} - \text{y} - \text{reglamentos} < 200$$

La figura 4.3.7 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.26

Tabla 4.27: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo torno.

Atributo: conocimiento en torno			
Característica	Mantenimiento básico del torno	Materiales trabajables	Habilidades del operador
Nivel de necesidad	alto	intermedio	alto
Criterio de evaluación	$\sigma(\text{MBT},200,30)$	$+\sigma(\text{MT},150,50)$	$+\sigma(\text{HO},200,30)$

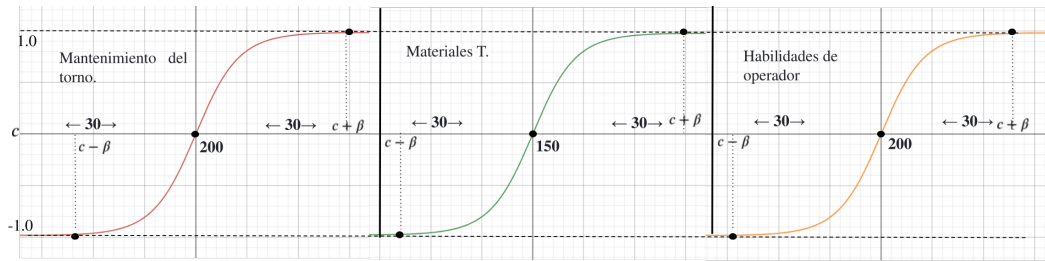


Figura 4.3.8: Criterio gráfico de discrepancia del atributo torno.

dominio de la función en todo el criterio:

$$170 < \text{Mantenimiento} - \text{básico} < 230$$

$$100 < \text{Materiales} - \text{trabajables} < 200$$

$$170 < \text{Habilidad} - \text{de} - \text{operador} < 230$$

La figura 4.3.8 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.27

Tabla 4.28: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo conocimiento en herramientas.

Atributo: conocimiento en herramientas			
Característica	Tipos de herramienta	Condiciones de operación	Habilidad como operador
Nivel de necesidad	intermedio	intermedio	intermedio
Criterio de evaluación	σ (CH,150,50)	$+\sigma$ (CO,150,50)	$+\sigma$ (HO,150,50)

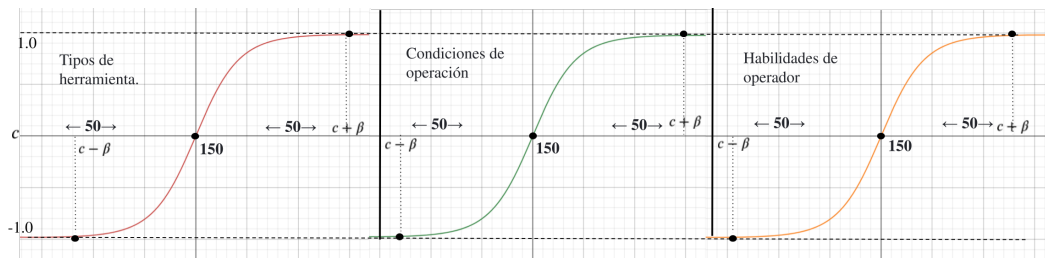


Figura 4.3.9: Criterio gráfico de discrepancia del atributo conocimiento en herramientas.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Tipos} - \text{de} - \text{herramienta} < 200$$

$$100 < \text{Condiciones} - \text{de} - \text{operación} < 200$$

$$100 < \text{Habilidad} - \text{como} - \text{operador} < 200$$

La figura 4.3.9 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.28

Tabla 4.29: Criterios de aplicación para la función de discrepancia del atributo soldadura.

Atributo: conocimiento en soldadura			
Característica	Procesos de soldadura	Materiales	Seguridad
Nivel de necesidad	intermedio	alto	alto
Criterio de evaluación	$\sigma(PS,150,50)$	$+\sigma(MS,200,30)$	$+\sigma(S,200,30)$

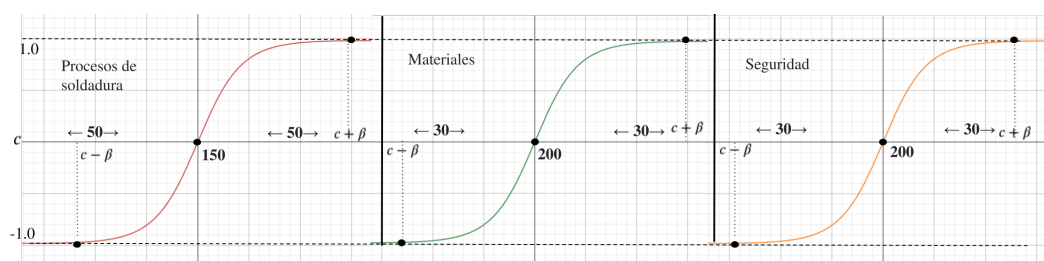


Figura 4.3.10: Criterio gráfico de discrepancia del atributo conocimiento en soldadura.

dominio de la función en todo el criterio:

$$100 < \text{Procesos de soldadura} < 200$$

$$170 < \text{Materiales} < 230$$

$$170 < \text{Seguridad} < 230$$

La figura 4.3.10 corresponde al criterio planteado en la tabla 4.29

Identificar el público objetivo

- **Perfil de usuario:** Este formulario será enfocado en una población de sexo indistinto con un promedio de entre 18 a 40 años con un grado académico de preparatoria mínimo.
- **Contexto de uso:** El formulario será desarrollado en la plataforma de Google Forms para ser distribuido principalmente en dispositivos celulares o computadoras.
- **Alcance del formulario:** Este formulario tiene la finalidad evaluar el nivel de conocimientos teóricos y prácticos del personal en relación con los principios fundamentales del mantenimiento industrial general. El instrumento está diseñado para diagnosticar competencias técnicas, identificar áreas de mejora y reforzar la formación en temas clave del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo en entornos industriales.
- **Resultados esperados del formulario:** La aplicación de este formulario permitirá obtener una visión clara del nivel de conocimiento técnico del personal en el área de mantenimiento

industrial. A partir de los resultados, se espera identificar fortalezas, detectar áreas de mejora y clasificar a los trabajadores según su competencia técnica. Esta información será clave para orientar futuras acciones de capacitación, mejorar la asignación de tareas y fortalecer las prácticas de mantenimiento preventivo, correctivo y seguro dentro de la organización.

Caracterización del Encuestado

- **Título del formulario:** Evaluación de aptitudes de mantenimiento industrial.

- **Obtención de consentimiento informado (Indispensable):** Este formulario tiene la finalidad de evaluar sus conocimiento en áreas que el establecimiento tiene disponibles para contratación inmediata, de acuerdo a sus respuestas se le podrá asignar una opción de trabajo en el establecimiento, la información recopilada es de carácter confidencial para únicamente y exclusivamente poder ofertar una propuesta laboral y de igual manera sus respuestas serán tratadas de forma anónima, suerte.

- **Información de Identificación**
 - Nombre y apellidos

 - Fecha de nacimiento

 - Dirección

 - Número telefónico celular]

 - Nivel académico, comprobable

 - Estado civil

Redacción y Formulación de Preguntas Se redactaron un total de 60 preguntas en secciones de evaluación con un total de 2,400 recopiladas, dejando una base de datos limpia sin información geográfica o datos personales, no evaluables.

Mapa de Contenido y Flujo de Navegación.

Tabla 4.30: Mapa de Contenido del formulario 2.

Sección 1 Información personal del encuestado
Sección 2 de antecedentes generales a fin con el formulario
★ Sección 3 Instalaciones eléctricas
★ Sección 4 Torno
★ Sección 5 Herramientas
★ Sección 6 Soldadura
★ Sección 7 equivalencia Instalaciones eléctricas
★ Sección 8 equivalencia torno
★ Sección 9 equivalencia herramienta
★ Sección 10 equivalencia soldadura
★ Sección 11 fin del formulario

Secciones del flujo de navegación

- Sección 1 Información personal del encuestado
- Sección 2 de antecedentes generales a fin con el formulario
- Sección 3 Instalaciones eléctricas
- Sección 4 Torno
- Sección 5 Herramientas
- Sección 6 Soldadura
- Sección 7 equivalencia Instalaciones eléctricas
- Sección 8 equivalencia torno
- Sección 9 equivalencia herramienta
- Sección 10 equivalencia soldadura
- Sección 11 fin del formulario

Desarrollo de los reactivos del formulario

En la metodología desarrollada un paso muy importante es la redacción de reactivos del formulario, este proceso no simplemente concluye en preguntar cosas al azar, previamente se identificaron atributos y características específicas, con la finalidad de tener una temática específica por evaluar, en otras palabras se evalúan las necesidades del caso de estudio e individualmente se desarrolla un

formulario individual para cada característica, con esto se estructura la base de datos al tener las respuesta ordenadas por atributo y característica.

Por otro lado, no solo es redactar y enviar los formularios a los usuarios finales, estos deben contar con validez y confiabilidad, esto se logra con el alfa de Cronbach que es una medida estadística utilizada para evaluar la confiabilidad interna de un formulario. En otras palabras, ayuda a detectar si las preguntas están relacionadas entre sí y si estas miden el mismo atributo, con la única finalidad de obtener un alto coeficiente Alfa, indicando validez y confiabilidad interna.

Los formularios deben contar con características específicas que la metodología establece para lograr la validez y confiabilidad, como para evaluar los resultados con las funciones (similitud y discrepancia), teniendo la base teórica del formulario a realizar, se debe diseñar un formulario piloto que se distribuye con un pequeño grupo que el aplicador debe seleccionar para trabajar en conjunto para realizar pruebas piloto y tener retroalimentación constante con el fin corregir errores, etc.

4.3.5. Interpretación de resultados del formulario 2

Tabla 4.31: Base de datos con los puntajes totales del formulario 2.

Puntaje total de la evaluación												
Numero de encuestados	Instalaciones eléctrica			Torno			Herramientas			Soldadura		
	Conocimiento de herramienta	Materiales conductores	Normativas y reglamentos	Mantenimiento básico del torno	Materiales trabajables	Habilidades del operador	Tipo de herramienta	Condiciones de operación	Habilidad del operador	procesos de soldadura	Materiales a soldar	Seguridad
1	240	250	240	220	230	250	210	210	250	240	220	230
2	120	150	130	170	200	220	160	200	220	130	170	200
3	150	180	110	90	90	130	130	210	130	110	90	90
4	130	140	140	170	140	140	190	200	140	140	170	140
5	170	170	130	210	210	170	170	150	170	130	210	210
6	140	150	110	150	180	120	130	120	120	110	150	180
7	150	200	150	200	150	200	150	150	150	150	200	200
8	130	120	190	200	190	170	100	210	170	190	200	190
9	210	220	180	170	160	180	150	130	180	180	170	160
10	250	250	210	250	250	250	250	240	250	210	250	250
11	250	250	210	250	250	250	250	220	250	210	250	250
12	170	130	170	170	180	160	170	210	160	170	170	180
13	180	160	160	180	250	140	133	140	140	160	180	250
14	250	250	210	250	250	250	240	230	250	210	250	250
15	150	130	160	180	170	180	210	240	180	160	180	170
16	190	150	190	130	190	210	250	170	210	190	130	190
17	130	120	120	200	130	140	190	180	140	120	200	130
18	150	120	150	200	140	170	150	220	170	150	200	140
19	140	180	130	170	180	150	160	200	150	130	170	180
20	130	200	170	190	150	170	100	120	170	170	190	150

La tabla 4.31 es una base de datos estructurada que contiene únicamente los puntajes que el participante acumulo en base a sus respuestas, la columna en color blanco como su encabezado dice, contiene el número de participantes que han contestado el formulario, en las siguientes tres columnas que llevan de encabezado “Instalaciones eléctricas” hace referencia al atributo evaluado e individualmente contienen los puntajes de cada característica, estos puntajes son la representación numérica de la evaluación de un atributo intangible como el conocimiento, dado que ya se cuenta con un valor cuantitativo de los atributos se tienen todos los recursos para poder hacer uso de la función de similitud y discrepancia para conocer qué participantes cumplen los criterios.

Tabla 4.32: Base de datos con los puntajes totales de la prueba de equivalencia del formulario 2.

Puntaje total de las equivalencias												
Numero de encuestados	Instalaciones eléctrica			Torno			Herramientas			Soldadura		
	Conocimiento de herramienta	Materiales conductores	Normativas y reglamentos	Mantenimiento básico del torno	Materiales trabajables	Habilidades del operador	Tipo de herramienta	Condiciones de operación	Habilidad del operador	procesos de soldadura	Materiales a soldar	Seguridad
1	250	250	180	230	200	190	250	230	360	190	220	240
2	150	70	160	190	180	140	220	200	310	140	170	130
3	90	170	110	100	80	190	130	90	170	190	90	110
4	150	100	160	190	210	160	140	140	290	160	170	140
5	240	210	160	210	130	120	170	210	320	120	210	130
6	190	150	140	110	170	190	120	180	180	190	150	110
7	170	210	160	140	160	180	190	140	210	180	210	220
8	100	160	90	160	110	150	170	190	270	150	200	190
9	160	110	180	170	160	130	180	160	240	130	170	180
10	250	250	180	250	250	220	250	250	400	220	250	210
11	250	250	220	250	250	250	250	250	400	250	250	210
12	250	250	230	180	200	130	160	180	300	130	170	170
13	140	180	200	250	250	120	140	250	400	120	180	160
14	250	250	230	250	250	250	250	250	400	250	250	210
15	170	160	200	170	120	180	180	170	260	180	180	160
16	220	170	100	140	140	170	210	190	220	170	130	190
17	180	160	130	130	120	190	140	130	190	190	200	120
18	150	170	160	200	90	160	170	140	320	160	200	150
19	130	190	170	170	120	150	150	180	270	150	170	130
20	130	150	150	170	190	140	170	150	290	140	190	170

En la tabla 4.32 es una base de datos que contiene los resultados de las secciones de evaluación equivalencia, estas secciones están diseñadas con interrogantes similares a las del formulario principal con la finalidad de tener un segundo antecedente de una pregunta similar esperando una respuesta similar, únicamente con el objetivo de comparar el resultado de un formulario similar al principal confirmando que efectivamente sus respuesta son confiables y no solo una coincidencia al azar dado que son formularios politómicos.

Evaluación de criterios

4.3.6. Análisis de correlación de Pearson del formulario 2

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson utilizando los puntajes totales obtenidos por los participantes en ambas aplicaciones(formulario principal y equivalencia).

El análisis mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.955$ con un nivel de significancia $p < 0.001$, lo que indica la existencia de una correlación positiva muy fuerte entre los resultados obtenidos en ambos instrumentos. Este resultado evidencia que los participantes mantuvieron un comportamiento altamente consistente independientemente de la versión del formulario aplicada.

La magnitud de la correlación obtenida proporciona evidencia adicional sobre la estabilidad de las mediciones realizadas y respalda la capacidad del formulario de equivalencia para reproducir de manera consistente el comportamiento observado en el instrumento principal. Por lo tanto, los resultados obtenidos fortalecen la toma de decisiones de este caso de estudio.

Evaluar con la función de similitud y discrepancia.

Tabla 4.33: Evaluación de criterios con función de similitud del formulario 2.

Función de similitud				
Candidato	Instalación eléctrica	Torno	Herramientas	Soldadura
1	0,00	0,00	0,00	0,06
2	0,25	0,12	0,29	0,52
3	0,42	0,00	0,35	0,03
4	0,46	0,34	0,32	0,29
5	0,36	0,01	0,68	0,60
6	0,31	0,41	0,33	0,08
7	1,00	1,00	1,00	1,00
8	0,20	1,00	0,18	0,57
9	0,14	0,40	0,59	0,09
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,35	0,14	0,46	0,24
13	0,36	0,01	0,78	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,62	0,24	0,08	0,35
16	0,05	0,30	0,18	0,24
17	0,25	0,18	0,39	0,41
18	0,67	0,29	0,51	0,67
19	0,52	0,14	0,62	0,24
20	1,00	1,00	0,26	0,39

Conclusiones de la tabla 4.33: Esta se compone de 20 filas que alojan los resultados de todos los participantes, previamente estos datos fueron procesados con la función de similitud, asignando un resultado final de evaluación a cada atributo, apegados a las características de trabajo de la función, la tabla 4.33 se compone de 3 colores que son verde, amarillo y rojo a continuación se describe el significado de cada uno:

El color verde significa que el criterio de evaluación se cumple en su totalidad, esto indica indicador que el participante cumple con las características requeridas por el caso de estudio y en otras palabras es una opción viable y confiable para la vacante.

Si observamos detenidamente el único participante que cumple con una excelencia en todos los atributos es el número 7 teniendo el perfil adecuado para cualquiera de las vacantes disponibles, este tipo de situaciones se pueden relacionar directamente con la toma de decisiones, dado que al contar con una amplia experiencia laboral, cuenta con la capacidad de resolver problemas de una mayor complejidad abriendo un amplio listado de opciones para emplear, un ejemplo podría ser, asignar un puesto como técnico general, gerente de los técnicos o únicamente asignarle un rol en una área específica desprecia la amplitud de su conocimiento en áreas que la empresa también

labora.

En la tabla 4.33 se pueden identificar celdas que no cumplen con el requisito de valer 1.0 cuando se realiza la evaluación, se marcaron en color verde por la cercanía que tiene el resultado con el valor 1.0 evidenciando un sesgo con el que puede contar esta función, este es que no se puede determinar directamente si la cercanía del resultado al valor 1.0 es porque se aleje del criterio en un parámetro superior, que representaría un resultado superior al planteado o si se aleja por un parámetro inferior, este caso es el que más puede preocupar si no se tiene claro cómo trabaja la función. Teniendo esto en cuenta las casillas de color verde que tienen un resultado cercano a 1.0 representan la cercanía a la referencia y la facilidad con la que podría suscitarse una confusión en la toma de decisiones.

El color amarillo de igual forma son aproximaciones desconocidas y de difícil deducción ya que la única forma de saber si el criterio de aleja por el margen superior o inferior es con el desarrollo de gráficos con un programa adecuado.

El color rojo y como lo especifica la función, vale cero cuando el resultado se acerca a él límite de la holgura establecida, por lo tanto esta función se recomienda usar en casos específicos donde se requieran participantes con un conocimiento en el caso de estudio muy específico ya que la función es mutuamente excluyente.

$$e^{-4\left(\frac{x-150}{50}\right)^2} + e^{-4\left(\frac{x-200}{30}\right)^2} + e^{-4\left(\frac{x-150}{50}\right)^2} = \boxed{\text{Evaluación de un participante}}$$

Figura 4.3.11: Evaluación de similitud del criterio conocimiento en instalaciones eléctricas.

Como se muestra en la figura 4.3.11, cuenta con los datos de evaluación de criterios de el atributo conocimiento en instalaciones eléctricas. específicamente la evaluación del candidato número 7, se evaluó cada característica con la función y se sumaron las 3 características, dando un resultado de 3, para un mejor entendimiento este resultado se dividió por la cantidad de características, como se muestra en 4.33. este resultado se asemeja al comportamiento de la función que va de 0 a 1.

Tabla 4.34: Evaluación de criterios con función de discrepancia del formulario 2.

Función de discrepancia				
Candidato	Instalación eléctrica	Torno	Herramientas	Soldadura
1	1,00	1,00	1,00	0,99
2	-0,93	0,97	0,84	-0,61
3	-0,65	-1,00	-0,22	-0,99
4	-0,79	-0,19	0,48	-0,84
5	-0,33	0,33	0,56	0,23
6	-0,84	-0,02	-0,91	-0,98
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-0,28	0,00	0,28	0,07
9	0,97	0,18	0,04	-0,35
10	1,00	1,00	1,00	1,00
11	1,00	1,00	1,00	1,00
12	0,22	0,30	0,79	-0,38
13	0,16	0,33	-0,61	0,19
14	1,00	1,00	1,00	1,00
15	-0,15	0,29	0,98	-0,47
16	0,32	0,26	0,94	-0,26
17	-0,93	-0,28	0,46	-0,65
18	-0,33	-0,18	0,61	-0,33
19	-0,78	0,30	0,51	-0,93
20	0,00	0,00	-0,37	-0,31

Conclusiones de la tabla 4.34: En caso contrario a la función de similitud, la de discrepancia tiene la cualidad de identificar valores superiores o inferiores a los establecidos dado que vale cero cuando el criterio se cumple y vale de cero hasta uno cuando se superan los resultados de la evaluación, pero también puede representar valores de cero a menos uno cuando el criterio se evalúa y el resultado del participante es deficiente, dando un mayor número de matices fáciles de identificar a simple vista, agilizando y justificando la toma de decisiones en un caso de estudio. Como se observa en 4.34 se tiene una tabla con los resultados de los 20 participantes encuestados y sus respuestas ya evaluadas con la función de discrepancia.

A continuación se adjunta una lista con la gama de colores y el significado de cada uno para un mejor entendimiento de cada casilla de la tabla 4.34.

- Fucsia: El participante cumple con el criterio exactamente
- Verde: El participante cumple con el criterio superándolo
- Rojo: El participante tiene un resultado inferior al criterio establecido.

El color fucsia representa los participantes idóneos para desarrollarse en ese atributo evaluado y realizamos una comparación de ambas tablas (similitud y discrepancia) existe una coincidencia entre los participantes que cumplen con el criterio exactamente como se necesita, 1.0 en la función de similitud y 0.0 en la función de discrepancia.

El color verde representa los participantes que además de cumplir con el criterio su calificación es superior a la establecida, como se puede observar con esta función obtenemos una tabla de resultados con matices más claros y una variedad de opciones válidas y confiables, al adjuntar un mayor número de opciones a elegir se puede realizar una toma de decisiones con algunas características externas al formulario que el aplicador podría tomar en cuenta, al no tener un margen de postulantes tan pequeño como en la función de similitud, en esta tabla podemos encontrar mínimo seis opciones por atributo evaluado en comparación a la función de similitud que solo contamos con máximo dos.

El color rojo representa participantes que su evaluación dio resultados por debajo del criterio, algunos son aproximaciones muy cercanas a lo ideal y aunque hayan sido marcadas en rojo, puede contener participantes prácticamente igual de aptos que los de color fucsia.

$$\tanh\left(\frac{3}{50}(x-150)\right) + \tanh\left(\frac{3}{30}(x-200)\right) + \tanh\left(\frac{3}{50}(x-150)\right) = \boxed{\text{Evaluación de un participante}}$$

Figura 4.3.12: Función de discrepancia con la evaluación del atributo “conocimiento en instalaciones eléctricas”.

Como se muestra en la figura 4.3.12, cuenta con los datos de evaluación de discrepancia de el atributo **conocimiento en instalaciones eléctricas** específicamente la evaluación del candidato número 7, se evaluó cada característica con la función y se sumaron las 3 características, dando un resultado de 0, para un mejor entendimiento este resultado se dividió por la cantidad de características, como se muestra en 4.34. este resultado se asemeja al comportamiento de la función que va de -1 a 1, este resultado de la evaluación evidencia que el sujeto cumple con todas las características tal cual se requieren, por lo tanto el resultado es cero.

Observación 8 *El desarrollo de todos los pasos de la metodología y su método de aplicación en cada sección se pueden consultar en la sección 5.2.2, donde se visualiza la metodología completa.*

Capítulo 5

Conclusiones

Conclusiones de los objetivos específicos

Conclusión de cumplimiento del objetivo específico 1:

El primer objetivo específico fue alcanzado mediante la identificación y estructuración de los atributos, características y criterios de evaluación requeridos para el diseño del formulario. Este proceso permitió establecer una relación sistemática entre el problema de estudio, los objetivos de la evaluación y las interrogantes que conforman el instrumento, garantizando que cada reactivo respondiera a un atributo previamente definido.

Como resultado de esta etapa, se desarrolló un procedimiento metodológico para la selección de atributos, la definición de criterios cualitativos y cuantitativos, el establecimiento de estándares de desempeño y la determinación de rangos de aceptación mediante el parámetro de holgura β . Estos elementos fueron la base para la construcción de formularios capaces de representar cuantitativamente el grado de cumplimiento de los criterios establecidos.

Los resultados obtenidos son consistentes con la literatura especializada sobre diseño y validación de instrumentos, la cual señala que una adecuada definición de los atributos y criterios de evaluación, un requisito fundamental para garantizar la calidad, coherencia e interpretación de los datos recopilados. En este sentido, la metodología proporciona un procedimiento estructurado que facilita el diseño de instrumentos de evaluación adaptables a distintos casos de estudio.

Conclusión de cumplimiento del objetivo específico 2:

El segundo objetivo específico se cumplió mediante el diseño y validación de los formularios desarrollados para el caso de estudio. Durante este proceso se aplicaron criterios de construcción de instrumentos, técnicas de redacción de interrogantes y procedimientos de validación que permitieron obtener formularios coherentes.

La confiabilidad de los instrumentos fue evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose valores que evidencian una adecuada consistencia interna entre los reactivos. Estos resultados indican que las interrogantes diseñadas presentan un comportamiento homogéneo al

evaluar los atributos propuestos, proporcionando evidencia de que los formularios son instrumentos confiables para la recopilación de información de estos casos de estudio.

Adicionalmente, la aplicación de formularios equivalentes y el análisis de correlación mediante el coeficiente de Pearson permitieron verificar la estabilidad de los resultados obtenidos entre distintas versiones del instrumento. Esta estrategia fortaleció el proceso de validación al demostrar que la metodología no depende de una única formulación de los reactivos, sino que es capaz de generar instrumentos equivalentes con un comportamiento consistente.

En conjunto, estos resultados son congruentes con los principios metodológicos descritos en la literatura sobre diseño y validación de instrumentos, donde la consistencia interna y la estabilidad de las mediciones son elementos fundamentales para garantizar la calidad de los datos utilizados en procesos de evaluación y toma de decisiones.

Cumplimiento del objetivo específico 3:

El tercer objetivo específico fue alcanzado mediante el desarrollo e incorporación de funciones matemáticas para la evaluación cuantitativa de los criterios definidos durante el diseño del formulario. En particular, la metodología integró una función de similitud basada en la distribución gaussiana y una función de discrepancia basada en la tangente hiperbólica, las cuales permitieron representar diferentes comportamientos de los atributos evaluados de acuerdo con las necesidades del caso de estudio.

La función de similitud proporcionó un mecanismo para cuantificar el grado de proximidad entre los resultados observados y un criterio de referencia previamente establecido, incorporando un parámetro de holgura que permitió adaptar el nivel de exigencia de la evaluación. Por su parte, la función de discrepancia permitió identificar y representar el sentido y magnitud de las desviaciones respecto al valor esperado, facilitando la interpretación de resultados tanto por debajo como por encima del criterio establecido.

La incorporación de ambas funciones amplía las posibilidades de análisis respecto a los métodos tradicionales de evaluación basados únicamente en puntuaciones directas o escalas ordinales, ya que permite caracterizar cuantitativamente el comportamiento de los atributos evaluados mediante métricas continuas. En consecuencia, la metodología proporciona un procedimiento flexible que puede adaptarse a diferentes dominios de aplicación sin modificar su estructura general, favoreciendo la obtención de información útil para la toma de decisiones sustentadas.

Conclusión de los resultados

Formulario 1: La prueba A se asocia con alfa de Cronbach de 0.81, el resultado de consistencia interna y validación fueron desarrollados con una prueba piloto a una muestra de 94 sujetos que respondieron la prueba piloto, sin embargo, por cuestiones logísticas ajenas a la investigación la muestra quedo cerca de las 100 pruebas de aplicación y recopiló información suficiente para validar el contenido del formulario y en este proceso también se realizaron modificaciones al contenido redactado hasta lograr una versión final.

El coeficiente de correlación de Pearson tiene un valor de $r = 0,787$, con un nivel de significancia

$p < 0,001$, estos valores indican la existencia de una correlación positiva fuerte entre los resultados obtenidos en ambos instrumentos. Esto se puede describir como la estabilidad de las respuestas de los participantes en ambas pruebas, la correlación de resultados favorables es de gran ayuda para la toma de decisiones, así como los resultados no favorables.

En el formulario 1, se presenta una muestra de aplicación de 20 participantes, esta no tiene relación con el proceso de validación del los formularios siendo que ya fue validado previamente.

Formulario 2: Un caso similar al formulario 1, La prueba A se asocia con alfa de Cronbach de 0.83, el resultado de la consistencia interna fueron desarrollados con una prueba piloto a una muestra de 90 sujetos que respondieron la prueba piloto, dado que por cuestiones logísticas ajenas a la investigación la muestra quedo cerca de las 100 pruebas de aplicación y recopilo información suficiente para validar el contenido del formulario y en este proceso también se realizaron modificaciones al contenido redactado hasta lograr una versión final.

El coeficiente de correlación de Pearson tiene un valor de $r = 0,995$, con un nivel de significancia $p < 0,001$, estos valores indican la existencia de una correlación positiva muy fuerte entre los resultados obtenidos en ambos instrumentos. Esto se puede describir como la estabilidad de las respuestas de los participantes en ambas pruebas, la correlación de resultados favorables es de gran ayuda para la toma de decisiones, así como los resultados no favorables.

En el formulario 2, se presenta una muestra de aplicación de 20 participantes, esta no tiene relación con el proceso de validación del los formularios siendo que ya fue validado previamente.

También, las funciones planteadas para la evaluación de criterios plasmaron un comportamiento fiel a los objetivos por los que fueron desarrolladas, ambas con características de evaluación similares, pero con características y comportamientos distintos, mostrando resultados favorables con un rango simplificado.

Aportación de la investigación

La principal aportación de esta investigación se centra en el conjunto de procesos para el diseño de formularios digitales validos con dos métodos de validación, la primera es la validación de contenido y la segunda la de estabilidad de las respuestas, también el procesamiento de datos con software especializado y evaluación de criterios con funciones para el desarrollo de métricas con el objetivo de evidenciar los matices de un resultado ante un caso de estudio, y no en busca de asignar un valor de aprobación, como lo sería un calificación ordinal.

Los resultados obtenidos durante el caso de estudio proporcionan evidencia de la viabilidad de la metodología propuesta, no obstante, la investigación presenta algunas limitaciones. La validación experimental se realizó en un contexto específico y con un número limitado de 98 participantes, por lo que los resultados obtenidos deben interpretarse dentro del alcance del estudio. Asimismo, la definición del parámetro de holgura β se estableció con base en criterios metodológicos y en las características del caso de estudio, por lo que su calibración podría fortalecerse mediante investigaciones posteriores con muestras de mayor tamaño y diferentes dominios de aplicación.

5.1. Trabajos futuros

Como líneas de continuidad de la presente investigación, se proponen diversos trabajos futuros orientados a ampliar las capacidades de la metodología desarrollada, mejorar la precisión de las evaluaciones y extender su aplicación a otros contextos. Estas propuestas permitirían fortalecer tanto el diseño de formularios digitales como los procesos de análisis y generación de métricas. Si bien los resultados obtenidos evidencian su viabilidad para un caso de estudio, existen diversas líneas de investigación que pueden fortalecer y ampliar su alcance.

1.- Validación con muestras de mayor tamaño Una primera línea de trabajo consiste en aplicar la metodología a muestras de mayor tamaño y en diferentes poblaciones objetivo. Esto permitirá fortalecer la evidencia estadística relacionada con la confiabilidad y estabilidad de los instrumentos, así como reducir la incertidumbre asociada a la estimación de indicadores como el coeficiente Alfa de Cronbach y la correlación entre formularios equivalentes.

2.- Aplicación en nuevos dominios La metodología fue validada mediante casos de estudio específicos, pese a ello, su estructura general permite adaptarla a otros ámbitos de aplicación, como procesos educativos, evaluación de competencias laborales, selección de personal, certificación profesional, salud, investigación social y procesos industriales. La implementación en distintos contextos permitirá evaluar su capacidad de generalización y adaptación.

3.- Optimización de los criterios de evaluación El parámetro de holgura utilizado en la función de similitud fue definido con base en las características del caso de estudio. Futuras investigaciones podrán desarrollar procedimientos de calibración automática o análisis de sensibilidad que permitan determinar dicho parámetro mediante criterios estadísticos o técnicas de optimización, reduciendo la dependencia del juicio del diseñador.

4.- Automatización de la metodología Finalmente, una línea de investigación de alto impacto consiste en desarrollar una plataforma informática que implemente la metodología propuesta de manera integral. Un sistema de este tipo podría asistir al usuario durante el diseño del formulario, la validación estadística del instrumento, la estructuración de la base de datos, la evaluación mediante funciones matemáticas y la generación automática de reportes de resultados, facilitando su adopción en proyectos de investigación y aplicaciones profesionales.

5.2. Anexos

5.2.1. Anexo 1: Reconocimientos



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO A TRAVÉS DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A

Noel Nuñez Cornejo, Juan Reyes Reyes

Por su invaluable presentación del póster Diseño de formularios con flujos de retroalimentación para el desarrollo de métricas del conocimiento en el 1er Congreso Internacional de Tecnología y Ciencia Aplicada, desarrollado en el Tecnológico Nacional de México/Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, TecNM/CENIDET, del 15 al 17 de noviembre de 2023.

Cuernavaca, Morelos, Noviembre de 2023



N0235323

<http://constancias.cenidet.tecnm.mx>

DR. ARTURO ERNESTO MARES GARDEA
DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Sello Digital:

UQQGEuJeHL1R0fJwowzKq3Y5FZixydeYixjxzgsvgP+Yr12n9MwUgLBnIXAMgpXSn0EnHHeAKITVUe/P6oBD+A8Zm9+5+KS8mzv/gWpfbaQjh90NSKE3B95uBto5ES0BDGgqYm8nCEaZimhgZ0RT+nDu1L5pnEkvPBkw4sNGYSqoL8xDBRjK+GbL6iZrUjqkG4R08AN6xwF6G/k7sC0n0PVWHgr356I+BACDec4/1dopKNqdDJuXmc6Qsvm03LIBt6yZpA6GfQ8pDJc8YwmMAG0xKX621vq87SZcKn7tEFpP8Ms/PqBQspEsdAzfN2g422Yo0aG0QZpvfU801R6w==



EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO A TRAVÉS DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A

Noel Nuñez Cornejo, Juan Reyes Reyes

Por su destacada participación con la presentación del Artículo
en el área Ciencias de la Ingeniería, eje estratégico Educación titulado:

Propuesta de una métrica para evaluar la similaridad sobre los datos recopilados en formularios.

En el marco del 3er Congreso Internacional de Tecnología y Ciencias Aplicadas (CITCA), celebrado en el
Tecnológico Nacional de México, campus Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
(TecNM/CENIDET), del 19 al 22 de noviembre de 2024

Cuernavaca, Morelos, 22 de noviembre de 2024



CITCA60324
<http://constancias.cenidet.tecnm.mx>

LORENZO O. HERNÁNDEZ
DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

ALICIA MARTÍNEZ REBOLLAR
COORDINADORA GENERAL
III CITCA

Sello Digital:

0/6z1c66T69kxvtfXTjJeXisQQz0q35+2uL+ounKKASQ1e00H8NbhJ96vWRJ1fIqcnNa2Yqvt2t3z/5nb5J5/B
56ri2nL8qqF/laq59a0oQXMBi50MKwyWLS7ske+S36ux2wA+s0uxcvYzWDziIMFCU20aMR8dClrfCxfp0Cipu2
jZ1vV71Eh9LPR0nA4zpUeVbRQM40+mzfeIJ68+qBTK5afEVw3xb+cKhJ2g/AbC4ZZbu0zst8XYZ1KS4eai87G/
X+x0hehErMR1FSiYJztNKMzDW9tJDyHZfbhXFBk1jtSUHXTxs7xM5WChjKfXZo5opzeugdpbjXchk2L4BIWQ==



EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO A TRAVÉS DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA

A

Noel Nuñez Cornejo

Por su destacada participación con la exposición del Artículo
en el área Ciencias de la Ingeniería, eje estratégico Educación, titulado:
Propuesta de una métrica para evaluar la similaridad sobre los datos recopilados en formularios.
En el marco del 3er Congreso Internacional de Tecnología y Ciencias Aplicadas (CITCA), celebrado
en el Tecnológico Nacional de México, campus Centro Nacional de Investigación y Desarrollo
Tecnológico (TecNM/CENIDET), del 19 al 22 de noviembre de 2024

Cuernavaca, Morelos, 22 de noviembre de 2024



CITCA75824
<http://constancias.cenidet.tecnm.mx>

LORENZO O. HERNÁNDEZ
DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

ALICIA MARTÍNEZ REBOLLAR
COORDINADORA GENERAL
III CITCA

Sello Digital:

TQc6C1WzrkZe50sTbrPi4sIrzBWyFrNk+WR0r0Z0NH0+m/HD5B1KXSMk1YjzMqlckKMntiB0YvkkjQ5V2XzT4D
tB02UqCNiWAiz6xCa6oTld/gdv16ghQfwWIUKfzknqkfvmYPRBjsKaK0y01yI/JwrGu01XBjwINS8oRmanUahv
dKChQ/1GuEpPvXyQze27q5RFerjcy614Bwv1qV10jF03Zm2hxDTx+9wDCgw4JgCD628QHZ6+HLdWwNfwjH8ouW
6FixcXHU+c9RFtHoYjMMqfpEi+Z7raKf19tsRjz09F1C+Hqyzm10pyD2IHGZcXGfjo5amjTDjblWxUf2SqAw==

5.2.2. Anexo 2: Manual propuesto para el diseño de formularios.



“Metodología para el diseño de formularios con flujos de retroalimentación para el desarrollo de métricas de conocimiento”

Línea de investigación:

Investigación, desarrollo y aplicaciones de tecnologías inteligentes

Departamento en Ciencias de la Ingeniería, CENIDET.

Presenta: Ing. Noel Nuñez Cornejo

Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Es esta metodología se propone un proceso estructurado para el diseño, desarrollo y validación de formularios digitales orientados a la recolección y evaluación de información. El objetivo principal consiste en el planteamiento de una guía metodológica que permita desarrollar instrumentos organizados, confiables y adaptables a distintas necesidades de análisis y evaluación.

La metodología integra diferentes etapas que abarcan desde la identificación de la problemática y definición de objetivos, hasta la redacción de reactivos, estructuración de secciones, segmentación de usuarios, validación del contenido, pruebas de usabilidad e implementación técnica del formulario. Asimismo, se incorporan mecanismos de evaluación cuantitativa mediante la asignación de puntajes y la validación de constructos como el alfa de Cronbach, con el fin de fortalecer la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Uno de los principales enfoques de esta propuesta es el desarrollo de formularios multinivel capaces de adaptar el flujo de navegación y evaluación según las características del encuestado, permitiendo una segmentación más precisa de los usuarios y una evaluación específica de atributos determinados. Además, se contempla la realización de pruebas piloto, procesos iterativos de retroalimentación y análisis de resultados para mejorar continuamente el diseño y funcionamiento de los formularios.

Finalmente, deja la una oportunidad de dar conocer distintos parámetros y matices de conocimiento con un mismo formulario, en otras palabras, se pueden evaluar distintos atributos con una misma prueba. La finalidad es recopilar información necesaria para la toma de decisiones, cada situación es un indicador de evaluación que comparara con un criterio con parámetros establecidos y en base a los resultados determinar su situación ante el caso de estudio. Estos resultados son capaces de apoyar procesos de investigación, evaluación y toma de decisiones en diferentes contextos académicos, organizacionales y tecnológicos.

ÍNDICE

Resumen	2
Introducción	4
I.- Pautas para la correcta aplicación	5
1.1 Formularios	6
¿Qué es un formulario?	6
¿Por qué un nuevo formulario?	6
1.1.1.- Tipos de preguntas	7
Preguntas abiertas	8
Preguntas cerradas	8
Preguntas condicionales (filtro)	9
1.2.- Validaciones y Restricciones de los ítems	10
II.- Validación de instrumentos	10
2.1.- Base de datos	10
¿Qué hacer con la información recopilada?	11
¿Qué es la escala alfa de cronbach?	11
2.1.1.- ¿Qué función tiene la escala?	11
2.1.2.- Estructura de la función para calcular el coeficiente alfa a partir de las varianzas:	12
2.1.3.- Recomendaciones para mejorar la validez:	14
2.1.4.- Consideraciones sobre el tamaño muestral	14
2.2.- Formulario equivalencia (Test-retest)	15
2.3.- Coeficiente de correlación de Pearson	15
2.3.1.- Cómo calcular el Coeficiente de correlación de Pearson con la herramienta Google Sheets	16
2.3.2.- Cómo calcular p en Google sheets:	17
2.4.- Evaluación de criterios	18
2.4.1.- Función de similitud	18
2.4.2.- Función de discrepancia	19
III.- Planeación para el diseño de un formulario.	20
Paso 1.-Identificación del problema.	20
Paso 1.1.- Definir objetivo general y objetivos específicos	20
Paso 1.2.- Definir criterios cualitativos de evaluación del atributo y delimitarlos	21
Paso 1.3.- Definir criterios cuantitativos de evaluación del formulario y delimitarlos	22
Paso 1.4.- Estándares de desempeño	23
Ejemplo de un criterio cuantitativo con una holgura definida:	24
Paso 2.- Identificar el público objetivo	24
Paso 2.1.- Alcance del formulario	25
Paso 2.2.- Resultados esperados del formulario	25
Paso 2.3.- Caracterización del Encuestado	25

Paso 3.- Redacción y Formulación de Interrogantes	25
Paso 3.1.- Mapa de Contenido y Flujo de Navegación	26
Paso 3.2.- Secciones del flujo de navegación	27
Paso 3.3.- Estructura propuesta de las secciones que debe integrar el formulario	28
Sección a) para recopilar información personal del encuestado.	28
Sección b) antecedentes (contexto actual del encuestado)	28
Sección c) contingencia	28
Secciones d) para la evaluación específica de cada atributo.	29
Sección e) flujos de retroalimentación, formularios equivalencia	29
Sección f) la parte final del formulario	29
Paso 4.- Prototipado y Pruebas de Usabilidad (Validez del formulario)	30
Paso 4.1.- Prototipado y Pruebas de Usabilidad	30
Paso 4.2.- Pruebas de Usabilidad	30
Paso 4.3.- Implementación Técnica	31
Paso 5.- Pruebas Finales y Lanzamiento	31
Paso 5.1.- Lanzamiento (recopilación de datos con el público objetivo)	31
Paso 6.- Estructuración de la información recopilada	31
Paso 6.1.-Estructuración de la base de datos	31
Paso 6.2.- Depurar información de secciones no evaluables.	32
Paso 6.3.- Depurar las secciones de información personal y datos demográficos.	32
Paso 7.- Evaluación de criterios	32
Paso 7.1 Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson	32
Paso 7.2.- Evaluar con la función de similitud y discrepancia.	33
Paso 7.3.- Reporte de resultados informado	33
Paso 7.3.1.- Carátula del reporte de resultados	33
Conclusiones	34

Introducción

La presente metodología propone un procedimiento sistemático para el diseño, validación y aplicación de formularios digitales orientados a la evaluación de habilidades, conocimientos o atributos específicos de una población objetivo. Su propósito es proporcionar una guía práctica que permita desarrollar instrumentos de recopilación de información con un nivel adecuado de organización y consistencia metodológica.

A diferencia de los formularios tradicionales cuyo objetivo principal consiste únicamente en recopilar información, la metodología incorpora mecanismos de evaluación cuantitativa que permiten caracterizar a los encuestados mediante métricas obtenidas a partir de sus respuestas. Para ello, se

emplean criterios de evaluación, procesos de validación estadística y funciones matemáticas que facilitan la interpretación de los resultados obtenidos.

La metodología se fundamenta en un proceso iterativo de mejora continua, donde la información obtenida durante las pruebas piloto, validaciones y aplicaciones experimentales permite realizar ajustes progresivos sobre la estructura del formulario, los reactivos y los criterios de evaluación. Este enfoque incorpora flujos de retroalimentación que favorecen el perfeccionamiento del instrumento antes de su aplicación definitiva.

Como mecanismo de validación, la metodología contempla el análisis de consistencia interna mediante el coeficiente Alfa de Cronbach y la utilización de formularios equivalentes cuya correlación puede evaluarse mediante el coeficiente de Pearson. Estas herramientas permiten generar evidencia cuantitativa sobre la confiabilidad y estabilidad de los resultados obtenidos.

Asimismo, la metodología incorpora dos funciones de evaluación denominadas función de similitud y función de discrepancia, las cuales permiten comparar los resultados de un encuestado con criterios previamente establecidos por el diseñador del instrumento. A partir de estas funciones es posible generar métricas que representan distintos niveles de cumplimiento, proximidad o alejamiento respecto a los atributos evaluados.

La finalidad de esta metodología es proporcionar un procedimiento reproducible que facilite el diseño de formularios digitales capaces de generar información útil para procesos de investigación, diagnóstico, evaluación y toma de decisiones en diferentes contextos.

I.- Pautas para la correcta aplicación

Uso de Google Forms y Google Sheets: Para la implementación de la presente metodología se seleccionaron las herramientas Google Forms y Google Sheets, ambas integradas dentro del ecosistema Google Workspace. La elección de estas plataformas se fundamenta en su capacidad para facilitar la creación, distribución y almacenamiento de formularios digitales de manera centralizada y accesible.

Google Forms permite diseñar instrumentos de recopilación de información mediante diferentes tipos de interrogantes, así como distribuirlos de forma electrónica a los participantes. Por su parte, Google Sheets proporciona un mecanismo de almacenamiento automático de las respuestas obtenidas, permitiendo organizar, procesar y analizar los datos sin necesidad de realizar capturas manuales adicionales. La integración nativa entre ambas herramientas reduce errores de transcripción, mejora la trazabilidad de la información recopilada y facilita la aplicación de procedimientos estadísticos para la validación y evaluación de los formularios. Asimismo, su disponibilidad en entornos web favorece la colaboración, el acceso remoto y la actualización continua de los datos durante las distintas etapas de aplicación de la metodología.

Se recomienda leer detenidamente la metodología dado su extenso contenido sin embargo en este apartado se concentran características con las que debe contar lector para concluir con un formulario idóneo para la problemática presentada: (UNESCO IIEP et al., 2005)

- Conocimiento del tema de investigación: Es necesario que el lector que use esta metodología cuente con un conocimiento con el mismo nivel de la prueba se planea realizar, para una prueba básica es necesario un conocimiento básico y así subsecuentemente.
- Identificar si un formulario desarrollado con esta metodología aporta la información necesaria, dado que el objetivo menciona ***la caracterización de encuestados en habilidades o áreas de conocimiento***, si bien podría funcionar en otros ámbitos en algún punto podría sesgar la prueba dado que como se mencionó anteriormente no se busca asignar calificaciones aprobatorias.
- Es posible que ya existan algunos formularios con temáticas similares al estudio de la problemática presentada, estos podrían ser adaptados para su uso en esta metodología.
- Para identificar a un encuestado en una ***habilidad o área de conocimiento*** con un solo atributo y una característica resulta complejo por la poca información que podría recopilarse, por lo tanto se recomienda como mínimo 3 atributos y características por formulario para determinar el conocimiento de un encuestado.

1.1 Formularios

Este apartado está enfocado en dar un panorama general sobre el contexto de los formularios, su contenido y el cómo diseñar una planeación que concluya en un instrumento de investigación fiable y válido.

¿Qué es un formulario?

Este módulo aborda la planificación y el diseño de cuestionarios estandarizados. Un cuestionario estandarizado formal es un instrumento de encuesta que se utiliza para recopilar datos de los individuos sobre sí mismos o sobre una unidad social como un hogar o una escuela.

Se dice que un cuestionario está estandarizado cuando cada encuestado debe estar expuesto a las mismas preguntas y al mismo sistema de codificación de respuestas. El objetivo aquí es tratar de garantizar que las diferencias en las respuestas a las preguntas puedan interpretarse como un reflejo de diferencias entre los encuestados, en lugar de diferencias en los procesos que produjeron las respuestas.

¿Por qué un nuevo formulario?

Se enfoca en la elaboración y diseño de cuestionarios estandarizados. Un formulario formal de este tipo es una herramienta de investigación utilizada para obtener información de personas, ya sea sobre ellas mismas o sobre una entidad social como un hogar o una escuela. Se considera que un cuestionario es estandarizado cuando todos los participantes reciben las mismas preguntas y se

utilizan los mismos criterios para codificar las respuestas. La intención es que cualquier diferencia en las respuestas se deba a variaciones reales entre los encuestados, y no a inconsistencias en la forma en que se administró el cuestionario. (UNESCO IIEP et al., 2005)

Los cuestionarios estandarizados son frecuentemente empleados en la planificación educativa para recolectar datos sobre diferentes aspectos del sistema escolar. Esta recolección se puede hacer mediante entrevistas presenciales o telefónicas, cuestionarios autoadministrados, o una combinación de ambas modalidades.

Aunque la investigación por encuestas implica el uso de cuestionarios dirigidos a una muestra de personas, este instrumento es solo uno de varios posibles métodos para abordar un problema de investigación. Por ello, antes de diseñar un nuevo cuestionario, es importante verificar si la información necesaria ya está disponible a través de fuentes existentes, como estadísticas gubernamentales, estudios anteriores o archivos de datos de encuestas. También se debe considerar si ya existe un cuestionario que pueda ser reutilizado total o parcialmente.

Además, el diseñador debe evaluar si existen otras técnicas más adecuadas para la recopilación de datos, como:

- Experimentos de campo, donde grupos de control y tratamiento responden a situaciones creadas por los investigadores.
- Análisis de contenido de medios escritos.
- Observación directa, como el conteo de escuelas o la relación alumno-docente.
- Entrevistas abiertas sin preguntas fijas, en las que el entrevistador puede explorar libremente temas relevantes.

Los cuestionarios pueden usarse para recolectar una amplia gama de información, como datos sobre hechos, actividades, conocimientos, opiniones, expectativas, aspiraciones, afiliaciones a grupos y percepciones. En la planificación educativa, esta información se suele clasificar en tres grandes categorías:

- insumos educativos (como recursos disponibles o características de escuelas, docentes y estudiantes).
- procesos de enseñanza y aprendizaje.
- resultados educativos (como el desempeño estudiantil, actitudes hacia la educación y medidas de eficiencia como las tasas de retención escolar).

1.1.1.- Tipos de preguntas

Los formularios comúnmente se desarrollan con un conjunto de tres tipos de preguntas, cada tipo de pregunta se adapta a una sección del formulario y dependiendo del diseño del mismo se usa un tipo u otro a continuación se describen detalladamente los tipos de preguntas que existen y la manera de como utilizarlas en el diseño de un formulario. (Borgobello et al., 2018)

Preguntas abiertas

Permiten respuestas detalladas y cualitativas, útiles para obtener feedback o comentarios adicionales.

a) Ventajas de las preguntas abiertas

- Riqueza de información: Permiten obtener respuestas detalladas y matizadas, proporcionando contexto, opiniones y sugerencias que pueden no capturarse con preguntas cerradas.
- Flexibilidad en la respuesta: Los encuestados pueden expresarse libremente sin verse limitados por opciones predefinidas, lo que puede revelar aspectos o perspectivas inesperadas.
- Profundización en temas complejos: Son ideales para explorar temas o experiencias complejas, ya que facilitan la expresión completa de ideas, sentimientos o motivaciones.
- Generación de insights cualitativos: La información obtenida puede utilizarse para identificar tendencias, descubrir problemas emergentes o desarrollar nuevas estrategias basadas en las opiniones reales de los usuarios.

b) Desventajas de las preguntas abiertas

- Dificultad en el análisis: Las respuestas abiertas requieren un procesamiento manual o técnicas de análisis cualitativo (por ejemplo, codificación y categorización) que pueden ser laboriosas y sujetas a interpretación.
- Mayor tiempo de respuesta: Los encuestados pueden tardar más en responder preguntas abiertas, lo que podría afectar la tasa de completitud del formulario o generar fatiga.
- Variabilidad en la calidad de las respuestas: La claridad y profundidad de las respuestas puede variar significativamente entre los usuarios, lo que dificulta la comparación y generalización de los resultados.
- Posible ambigüedad: Al permitir respuestas libres, puede haber ambigüedad o falta de enfoque en las respuestas, requiriendo interpretaciones adicionales para extraer conclusiones precisas.
- Requiere mayor motivación del encuestado: No todos los usuarios están dispuestos a dedicar el tiempo y el esfuerzo necesarios para formular respuestas detalladas, lo que puede derivar en respuestas incompletas o superficiales.

Preguntas cerradas

Ideales para respuestas cuantitativas o cuando se requiere una selección específica (por ejemplo, escalas de Likert, opción múltiple).

Las **preguntas cerradas** son aquellas que ofrecen un conjunto limitado de respuestas predefinidas de las cuales el encuestado debe seleccionar una o varias opciones. Este tipo de preguntas estructura y estandariza las respuestas, facilitando su análisis cuantitativo.

a) Ventajas de las Preguntas Cerradas:

- Facilidad de análisis: Al tener respuestas estandarizadas, se pueden cuantificar, comparar y analizar fácilmente mediante métodos estadísticos y herramientas automatizadas.

- Rapidez en la respuesta: Los encuestados pueden responder de forma rápida y sin necesidad de elaborar una respuesta extensa, lo que reduce la fatiga y mejora la tasa de finalización del formulario.
- Claridad en los resultados: Las opciones predefinidas permiten obtener datos consistentes, eliminando ambigüedades en la interpretación de las respuestas.
- Eficiencia en la comparación: Facilita la comparación entre grupos y el seguimiento de tendencias a lo largo del tiempo, ya que las respuestas se ajustan a categorías fijas.
- Menor carga cognitiva: El encuestado no necesita pensar en una respuesta original, lo que puede mejorar la precisión de la información en contextos específicos.

b) Desventajas de las Preguntas Cerradas:

- Limitación en la expresión: Al restringir las opciones, se puede perder información valiosa que no se ajusta a las respuestas preestablecidas, limitando la capacidad de captar opiniones o matices complejos.
- Posible sesgo en las opciones Las respuestas disponibles pueden influir en la elección del encuestado, especialmente si las opciones no cubren adecuadamente todas las posibilidades o si están formuladas de forma tendenciosa.
- Falta de profundidad: No permiten explorar en detalle el razonamiento o los sentimientos del encuestado, lo que puede ser una limitación en investigaciones que requieran entender el "por qué" detrás de una respuesta.
- Inflexibilidad: En algunos casos, las opciones predefinidas pueden no ajustarse a la realidad o experiencia del encuestado, lo que puede llevar a respuestas forzadas o inexactas.

Preguntas condicionales (filtro)

Considerar el uso de lógica condicional para mostrar u ocultar preguntas en función de respuestas anteriores, optimizando el flujo y reduciendo la carga para el usuario.

a) Características Clave

- Personalización: Sólo se muestran preguntas adicionales cuando la respuesta del usuario las hace pertinentes.
- Optimización del tiempo: Se evita saturar al usuario con preguntas irrelevantes, lo que puede mejorar la tasa de finalización del formulario.
- Lógica de flujo: Se implementan condiciones que determinan la secuencia y visibilidad de las preguntas, adaptando el formulario en tiempo real.

b) Ejemplos Prácticos

- Ejemplo 1:
En un formulario de registro para un curso, si un usuario responde “Sí” a la pregunta “¿Tienes experiencia previa en este tema?”, se podría desplegar una serie de preguntas adicionales para detallar el tipo y nivel de experiencia.
 - Ejemplo 2:
En una encuesta de satisfacción, si el usuario califica el servicio con una puntuación baja, se pueden presentar preguntas condicionales para identificar el motivo de su insatisfacción.
- c) Beneficios de Utilizar Preguntas Condicionales
- Mejora la relevancia de las preguntas: Al adaptar el contenido del formulario según las respuestas, se asegura que cada usuario reciba una experiencia acorde a su situación.
 - Incrementa la usabilidad y la tasa de respuesta: Al simplificar el formulario para cada usuario, se reduce la posibilidad de abandonar el proceso por sentirse abrumado o por tener que contestar preguntas innecesarias.
 - Recopila datos más precisos: La lógica condicional permite profundizar en aspectos específicos cuando es necesario, lo que ayuda a obtener información más detallada y útil.

1.2.- Validaciones y Restricciones de los ítems

- Validaciones en tiempo real: Implementa validaciones que alerten al usuario inmediatamente sobre errores (por ejemplo, formatos de correo electrónico, campos obligatorios, longitud mínima/máxima).
- Mensajes de error amigables: Redacta mensajes claros y útiles que orienten sobre cómo corregir la información errónea.

II.- Validación de instrumentos

El coeficiente Alfa de Cronbach se utiliza para estimar la consistencia interna de un instrumento, proporcionando evidencia sobre su confiabilidad. Aunque no constituye una medida directa de validez, permite identificar el grado de coherencia existente entre los reactivos que conforman el formulario. (Cronbach, 1951)

2.1.- Base de datos

La base de datos que recopila la información de un formulario es un sistema organizado que almacena y estructura las respuestas proporcionadas por los participantes. Esta base de datos puede adoptar distintos formatos, como hojas de cálculo, archivos CSV, o sistemas más complejos como bases de datos relacionales (por ejemplo, MySQL, PostgreSQL) o plataformas en la nube (Google Forms, Microsoft Forms, etc.) (Ceballos Ronquillo & Tobar Farias, 2025)

Cada fila en la base de datos suele representar un cuestionario completado por un individuo (una observación), mientras que cada columna corresponde a una pregunta o variable específica del cuestionario (una característica). Además de las respuestas, la base de datos puede incluir metadatos

como la fecha y hora de la respuesta, el ID del encuestado, la ubicación geográfica (si aplica), o el dispositivo utilizado para responder.

Una buena base de datos debe asegurar la integridad, confidencialidad y facilidad de análisis de los datos recopilados. Su correcta estructuración es esencial para facilitar la limpieza de datos, el análisis estadístico y la visualización de resultados.

¿Qué hacer con la información recopilada?

Una vez recopilada la información de un cuestionario, se deben seguir varios pasos clave para darle utilidad y asegurar que los datos aporten valor a la investigación o proyecto. Estos pasos son:

1. **Revisión y limpieza de datos:**

Verifica que los cuestionarios estén completos y sean válidos. Corrige errores evidentes, elimina respuestas inválidas y organiza los datos para su análisis.

2. **Codificación:**

Si las respuestas son abiertas, de ser necesario conviértelas en categorías o códigos que puedan ser analizados cuantitativamente. Las respuestas cerradas ya suelen estar codificadas.

3. **Ingreso de datos:**

Introduce la información en una base de datos o programa estadístico (como Excel, SPSS, R o Python) para su análisis.

4. **Análisis de datos:**

Se analizan los resultados usando las funciones de similitud y discrepancia dependiendo del objetivo que se busque lograr con los resultados.

5. **Interpretación de resultados:**

Se interpretan los hallazgos a la luz de los objetivos del estudio. Esto implica dar sentido a los datos, identificar tendencias y extraer conclusiones relevantes.

6. **Elaboración de un informe:**

Se presentan los resultados de forma clara, generalmente en un informe escrito con gráficos, tablas y conclusiones, que puede ser compartido con interesados.

7. **Toma de decisiones o acciones:**

La información analizada se utiliza para apoyar decisiones, diseñar políticas, mejorar procesos, realizar intervenciones o validar hipótesis, según el propósito del cuestionario.

¿Qué es la escala alfa de cronbach?

En psicometría, el Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, y cuya denominación Alfa fue realizada por Cronbach en 1951.

2.1.1.- ¿Qué función tiene la escala?

Un investigador trata de medir una cualidad no directamente observable (por ejemplo, la inteligencia) en una población de sujetos. Para ello mide n variables que sí son observables (por ejemplo, n respuestas a un cuestionario o un conjunto de n problemas lógicos) de cada uno de los sujetos.

Se supone que las variables están relacionadas con la magnitud inobservable de interés. En particular, las n variables deberían realizar mediciones estables y consistentes, con un elevado nivel de correlación entre ellas.

El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las n variables observadas.

Interpretación del coeficiente alfa de Cronbach: El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es **0,70**; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja. Por su parte, el valor máximo esperado es **0,90**; por encima de este valor se considera que hay redundancia o duplicación, varios ítems están midiendo exactamente el mismo elemento de un constructo; por lo tanto, los ítems redundantes deben eliminarse. Usualmente, se prefieren valores de alfa entre 0.80 y 0.90 (Cronbach, 1951). Sin embargo, ***cuando no se cuenta con un mejor instrumento se pueden aceptar valores inferiores a los determinados en la escala, teniendo siempre presente esa limitación (Streiner, 2003).***

La escala tiene como regla trabajar con variables cuantitativas, intervalares continuas de modo que la respuesta correcta se le asigne el valor más alto del intervalo.

En la tabla 1 se interpreta un ejemplo de una ponderación de cinco reactivos, cada respuesta entrega un puntaje que en este caso es un rango intervalo continuo del 1 al 5, siendo el inciso **e)** la respuesta correcta con el mayor puntaje.

Esta escala no está establecida como una regla de ponderación, siempre y cuando el rango de ponderación cuente con las características de ser un intervalo continuo la escala podrá trabajar con esa información, con el fin de un mejor entendimiento en el ejemplo de la tabla 1 las respuestas se ordenaron consecutivamente, en el rango de ponderación (1 a 5) como el orden de las “respuestas”. (Cronbach, 1951)

Tabla 1.- Ponderación de un ítem en una escala de 1 a 5				
1 a)	2 b)	3 c)	4 d)	5 e)

2.1.2.- Estructura de la función para calcular el coeficiente alfa a partir de las varianzas:

$$\alpha = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{V_t} \right] \quad (1)$$

Fig 2. Fórmula del coeficiente alfa de cronbach.

Donde:

- V_i : Es la varianza de las respuestas del ítem i .
- V_T : Es la varianza de todas las respuestas del formulario, con r_{ij} y $\bar{r}_T$.
- n : Es el número de preguntas o ítems.
- $\bar{r}_T$: Es el promedio total de las respuestas colectadas, con r_{ij} .
- r_{ij} : Respuesta del ítem i entregada por el j -ésimo encuestado.

La fig 3. representa un ejemplo práctico de un cálculo escala alfa de Cronbach en una base de datos de un formulario de 10 reactivos, 5 incisos de respuestas posibles por reactivo, siguiendo la regla de ponderación de valores intervalares continuos, cada color de la tabla representa a una variable de la fórmula de la escala.

Sujeto	ítem 1	ítem 2	ítem 3	ítem 4	ítem 5	ítem 6	ítem 7	ítem 8	ítem 9	ítem 10	Total
1	4	4	5	1	3	4	5	5	3	3	37
2	4	4	5	1	1	2	4	3	2	3	29
3	4	5	5	3	5	5	5	3	4	5	44
4	4	5	3	1	2	2	5	2	2	1	27
5	3	4	5	1	1	2	4	2	2	1	25
6	4	4	4	2	2	3	5	2	3	2	31
7	2	5	4	1	2	3	4	2	3	3	29
8	4	5	4	2	2	3	4	2	3	2	31
9	1	2	3	1	1	3	3	2	2	1	19
10	4	5	4	1	2	2	4	2	2	2	28
11	1	2	3	2	2	2	2	2	2	1	19
12	3	4	4	2	1	1	5	2	2	1	25
13	2	4	5	1	2	2	3	2	2	2	25
14	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	15
15	3	4	5	2	3	3	5	3	2	2	32
16	2	3	5	1	1	2	3	2	2	1	22
17	3	4	5	2	3	2	5	2	2	2	30
18	3	4	4	5	1	2	5	3	1	1	29
19	3	5	3	2	2	2	4	2	2	1	26
20	4	4	5	1	1	2	5	3	2	3	30
Varianza	1.000	1.190	0.828	0.910	0.990	0.748	1.248	0.628	0.388	1.090	38.9275
				k=	10						
				V _i =	9.018						
				V _t =	38.9275						
				α =	0.85372						

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

α : Alfa de Cronbach
 k : Número de ítems
 V_i : Varianza de cada ítem
 V_t : Varianza del total

Fig 3. Ejemplo de cómo aplicar la escala alfa de cronbach, Noel Nuñez 2025.

Conclusión de la fig 3: Como fue mencionado anteriormente el programa utilizado para el tratado de datos recopilados por un formulario fue la herramienta de Google Sheets. Cómo se puede observar en la figura, cada variable de la fórmula están identificadas con un color propio, al realizar los cálculos pertinentes con el programa se puede observar que la fila sombreada en color verde arroja un resultado del coeficiente alfa de 0.85 y en base a los parámetros que la escala establece este formulario tendría un nivel de confiabilidad y validez aceptable para aplicarse en un caso de estudio.

Comandos para calcular cada variable:

- K se deduce del número total de interrogantes que evalúan los atributos que plantea la prueba:

K : n-interrogantes

- V_i se deduce de cada columna que contenga la base de datos de una interrogante, contestada por todos los participantes.

$V_i := VARP(A1 : 10)$, ejemplo del comando en el software para V_i

- V_t se deduce de la columna “Total”, que aloja la sumatoria de los puntajes individuales de cada participantes, a la columna resultante se le aplica el comando de varianza y así se obtendría la varianza total.

$V_t := VARP(N1; N2; N3; N4.....N20)$, ejemplo del comando en el software para V_t .

La función desarrollada en el software debería desarrollarse de la siguiente manera:

$$= k/k - 1 * 1 - V_t/V_i$$

Observación: En el caso de obtener valores en la escala por debajo de 0,70 indica que las interrogantes tienen un bajo nivel de correlación, es necesario revisar el formulario y realizar las modificaciones pertinentes, En el caso contrario de obtener valores superiores a 0.90 indica que nuestro formulario tiene mucha correlación entre los ítems, uno de los motivos puede ser que las preguntas obvian la respuesta, de igual forma es necesario revisar el formulario y realizar los cambios necesarios para mejorar la correlación.

2.1.3- Recomendaciones para mejorar la validez:

- Aumentar el número de ítems o preguntas.
- Eliminar aquellos ítems que provocan diferentes respuestas a consecuencia de un redactado que se puede interpretar de maneras distintas.
- Controlar las condiciones en las que se administra la prueba, para que el contexto no interfiera en las respuestas de las personas.
- Proponer un redactado que facilite la comprensión de los ítems.
- Reducir las variables extrañas que puedan interferir en la respuesta a los ítems.
- Presentar unas instrucciones iguales para todas las personas participantes.

Los flujos de retroalimentación hacen referencia a la manera en que se correlacionan los resultados dentro del sistema o entorno en el que participan los encuestados. Comprender estos flujos es fundamental para evaluar la efectividad de la prueba que se les aplica, la toma de decisiones y la capacidad de mejora continua en el contexto evaluado.

2.1.4.- Consideraciones sobre el tamaño muestral

El tamaño de la muestra influye en la precisión de los resultados obtenidos durante la validación de un formulario. Aunque la consistencia interna medida mediante el coeficiente Alfa de Cronbach depende principalmente del número de interrogantes que conforman el instrumento, una mayor cantidad de participantes contribuye a reducir errores aleatorios y mejorar la estabilidad de las estimaciones (Campo Arias & C. Oviedo, 2008).

Diversos autores sugieren utilizar entre 5 y 20 participantes por cada ítem del formulario, lo que para escalas de aproximadamente 20 interrogantes equivale a muestras de entre 100 y 400 participantes. En términos prácticos, se recomienda trabajar con una muestra mínima de 100 participantes siempre que sea posible, especialmente cuando se pretende realizar una validación formal del instrumento (Praveen Kopalle & Donald Lehmann, 1997).

2.2.- Formulario equivalencia (Test-retest)

Se debe aplicar en la evaluación de cada uno de los atributos, sin embargo aunque se pueden evaluar y desarrollar métricas, no se tiene pensado desarrollar evaluaciones directamente basadas en los formularios equivalentes resultantes por el siguiente motivo, dado que no se establece un número determinado para realizar pruebas equivalencia tanta información puede sesgar el objetivo del resultado por lo tanto solo se usa como una manera de identificar la correlación entre la prueba principal y la equivalencia.

Ejemplo 1:

Formulario	Equivalencia 1	Equivalencia 2
200 puntos	220 puntos	212 puntos

Como se puede observar en el ejemplo 1 se tiene un formulario principal y dos formularios equivalentes, la correlación entre puntajes a simple vista se aprecia una variación mínima entre las tres pruebas, esto podría indicarnos consistencia del conocimiento con el que cuenta el encuestado.

Ejemplo 2:

Formulario	Equivalencia 1	Equivalencia 2
200 puntos	120 puntos	80 puntos

Como se puede observar en el ejemplo 2 se tiene un formulario principal y dos formularios equivalentes, la correlación entre puntajes a simple vista se aprecia una alta variación de puntajes entre las tres pruebas, esto podría indicarnos carencias en el conocimiento del encuestado o posibles factores externos que interfieren en las respuestas entregadas entre cada prueba.

Nota: El formulario equivalente debe evaluar los mismos atributos y criterios que la prueba principal, modificando únicamente la redacción o estructura de los reactivos.

2.3.- Coeficiente de correlación de Pearson

Con la finalidad de evaluar la equivalencia entre diferentes versiones de un formulario, la presente metodología incorpora el coeficiente de correlación de Pearson como una herramienta complementaria de validación. Este coeficiente permite determinar el grado de relación lineal existente entre los resultados obtenidos por dos instrumentos diseñados para evaluar los mismos atributos o área de conocimiento.

El coeficiente de Pearson, representado por la letra (r), cuantifica la intensidad y dirección de la relación entre dos conjuntos de datos. Su valor se encuentra comprendido entre -1 y 1, donde valores cercanos a 1 indican una correlación positiva fuerte, valores cercanos a -1 indican una correlación negativa fuerte y valores próximos a 0 sugieren ausencia de relación lineal.

El coeficiente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$[r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}]$$

Tabla 2.- Rangos del Coeficiente de correlación de Pearson

Rangos del valor r	Interpretación
0.00 - 0.19	Correlación muy débil
0.20 - 0.39	Correlación débil
0.40 - 0.59	Correlación moderada
0.60 - 0.79	Correlación fuerte
0.80 - 1.00	Correlación muy fuerte

En el contexto de esta metodología, valores elevados del coeficiente de Pearson constituyen evidencia de que los formularios comparados presentan un comportamiento consistente y evalúan de forma semejante los atributos definidos durante el proceso de diseño. Por esta razón, el análisis de correlación se emplea como un mecanismo de apoyo para verificar la estabilidad y equivalencia de los instrumentos desarrollados.

2.3.1.- Cómo calcular el Coeficiente de correlación de Pearson con la herramienta Google Sheets

Una vez obtenidos los puntajes finales de dos formularios equivalentes aplicados al mismo grupo de participantes, estos deben organizarse en dos columnas independientes. La primera columna contendrá los resultados del Formulario A y la segunda los resultados del Formulario B.

Posteriormente se utiliza la función integrada de Pearson disponible en las hojas de cálculo mediante la instrucción:

[=PEARSON(rango1;rango2)]

Por ejemplo, si los puntajes del Formulario A se encuentran en el rango B2 y los puntajes del Formulario B se encuentran en el rango C2, es necesario que los puntajes sean organizados en dos columnas de datos. Por ejemplo, B2:B21 y C2:C21. la expresión utilizada será:

[=PEARSON(B2:B21;C2:C21)]

El resultado obtenido corresponde al coeficiente de correlación de Pearson ((r)), cuyo valor se encuentra comprendido entre -1 y 1. Valores cercanos a 1 indican una alta equivalencia entre los formularios, mientras que valores cercanos a 0 sugieren ausencia de correlación significativa entre los resultados obtenidos.

Significancia estadística del coeficiente de Pearson

Además del coeficiente de correlación de Pearson ((r)), resulta recomendable evaluar la significancia estadística de la correlación observada mediante el valor (p). Este parámetro permite determinar si la asociación encontrada entre dos formularios equivalentes puede atribuirse al azar o si existe evidencia estadística suficiente para considerar que ambos instrumentos presentan una relación real.

2.3.2.- Cómo calcular p en Google sheets:

Supongamos este ejemplo:

- Pearson = 0.85
- Participantes = 20

- Paso 1

Calcular t: $=0.85*RAIZ(20-2)/RAIZ(1-0.85^2)$

Resultado: $t \approx 6.85$

- Paso 2

Calcular p bilateral: $=T.DIST.2T(ABS(t);18)$

Resultado: $p \approx 0.000002$

Interpretación del resultado **p**: Existe una correlación estadísticamente significativa entre ambos formularios (**r = 0.85, p < 0.05**).

Rangos de p respecto a la correlación:

Si $p < 0.05$ - Existe evidencia de correlación significativa.

Si $p \geq 0.05$ - No existe evidencia suficiente para afirmar que la correlación observada es significativa.

2.4.- Evaluación de criterios

En este apartado se presenta el proceso de evaluación de criterios mediante el uso de dos funciones diseñadas para analizar y valorar los datos obtenidos. Estas funciones permiten aplicar reglas o condiciones previamente definidas con el fin de interpretar los resultados del cuestionario de manera objetiva y sistemática. A través de este enfoque, se busca establecer un marco claro de evaluación que facilite la comparación, el diagnóstico o la toma de decisiones basada en criterios cuantificables y verificables.

2.4.1.- Función de similitud

El propósito de la función propuesta es que indique qué tan similar es una variable X con respecto a un parámetro C , caracterizando con valores normalizados del cero al uno, de modo que la función sea igual a 1 cuando $X=C$, y que valga cero cuando x se aleje β unidades, es decir, construir una función $\rho(x, c, \beta)$ basada en la función gaussiana(2),

$$\rho(x, c, \beta) = e^{-\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2} \quad (2)$$

Nótese que la expresión anterior al evaluarse x en c , ya es igual a 1, pero falta garantizar que prácticamente sea cero, cuando x se aleje β unidades.

Función de similitud desarrollada

$$\rho(x, c, \beta) = e^{-4\left(\frac{x-c}{\beta}\right)^2}. \quad (5)$$

Observación.- La función de similitud propuesta $\rho(x, c, \beta)$ puede leerse o interpretarse como, el nivel de similitud que tiene X con respecto a C , con una holgura β , en la figura 3, se muestra el perfil general.

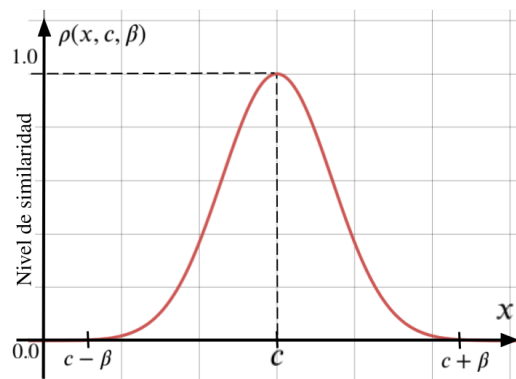


Fig.3 Perfil de la función de similitud propuesta.

Observación 3.-El nivel de similitud está normalizado en el rango de 0 hasta 1, es decir,

$$0 < \rho(x, c, \beta) \leq 1, \quad (6)$$

de modo que si existe similitud entre la variable x y el parámetro c , la función lo caracteriza con un valor cercano a 1; si hay una diferencia absoluta superior a β , la función prácticamente es cero, esta interpretación puede ser expresada como sigue:

$$\rho(x, c, \beta) \cong \begin{cases} 1, & x \cong c \\ 0, & |x - c| \geq \beta \end{cases} \quad (7)$$

2.4.2.- Función de discrepancia

El propósito de la función propuesta es que indique la discrepancia que existe entre una variable x con respecto a un parámetro c , la función es cero cuando no hay diferencia entre la variable x y el parámetro c , una diferencia positiva de al menos β unidades entrega un valor muy cercano al 1.0; si la diferencia negativa es de al menos una magnitud de β unidades, entrega un valor muy cercano al -1.0, es decir, construir una función $\sigma(x, c, \beta)$ basada en la función de la tangente hiperbólica. Una función tangente hiperbólica adecuadamente configurada, puede caracterizar la diferencia entre una variable x y un parámetro c , como la que se muestra enseguida

$$\sigma(x, c, \beta) = \tanh\left(\frac{3}{\beta}(x - c)\right) \quad (8)$$

La función de discrepancia propuesta $\sigma(x, c, \beta)$ puede leerse o interpretarse como, el nivel de discrepancia que tiene x con respecto a c , con una holgura β .

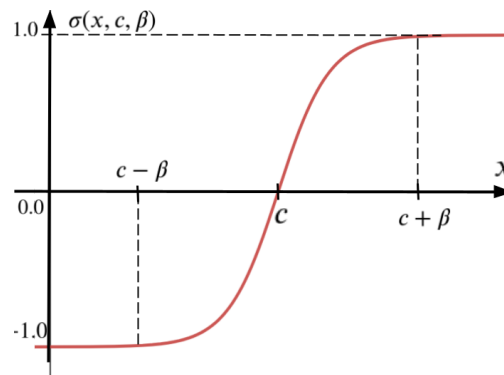


Fig 3. Perfil de la función de discrepancia propuesta.

El nivel de similaridad está normalizado en el rango de 0 hasta 1, es decir,

$$-1 \leq \sigma(x, c, \beta) \leq 1, \quad (9)$$

III.- Planeación para el diseño de un formulario.

Un diseño metodológico adecuado no solo mejora la calidad de los datos obtenidos, sino que también optimiza la experiencia del usuario, evita sesgos en las respuestas y contribuye a una interpretación más precisa de los resultados. En este documento se describe paso a paso la metodología para diseñar un formulario válido, considerando aspectos técnicos, estructurales y comunicativos que aseguren su funcionalidad y coherencia con los fines para los cuales fue creado.

Se recomienda utilizar un procesador de texto durante la etapa de planeación del formulario, ya que facilita la organización de ideas, la definición de objetivos, la identificación de atributos y la redacción preliminar de interrogantes antes de su implementación en una plataforma digital. Esta práctica permite realizar modificaciones de manera ágil, documentar criterios de evaluación y mantener una estructura ordenada del instrumento durante su proceso de diseño. Además, contribuye a reducir errores de organización y favorece la revisión colaborativa del contenido antes de su aplicación definitiva.

Paso 1.-Identificación del problema.

Todo formulario debe diseñarse para atender una necesidad específica de recopilación de información. Por esta razón, antes de redactar cualquier interrogante, es necesario identificar claramente la problemática que se desea analizar, los objetivos de la evaluación y la utilidad que tendrán los resultados obtenidos.

La definición adecuada del problema permite delimitar el alcance del formulario, seleccionar los atributos relevantes y establecer los criterios que posteriormente serán utilizados durante el proceso de evaluación.

Se recomienda utilizar alguna técnica que ayude a la identificación del problema en caso de no tener con claridad el causa real de una problemática, a continuación se mencionan algunas y que dependiendo el contexto podría adaptarse mejor a al caso de estudio:

- Diagrama de Ishikawa (Burgasí Delgado et al., 2021).
- Analisis FODA (Ramirez Rojas, 2017)

Paso 1.1.- Definir objetivo general y objetivos específicos

- **Objetivo general de la evaluación:** Determinar qué se quiere evaluar (satisfacción, desempeño, conocimientos, habilidades, etc.).
 - **Objetivos específicos:** Determinar detalladamente lo que se quiere lograr y delimitar su alcance.

Una parte importante que será la base de cada sección evaluable del formulario es la identificación de los atributos y cualidades, posterior identificar las características individuales de cada atributo a evaluar

- Identificar los atributos a evaluar
- El número de atributos a evaluar de la lista de posibles, si bien se puede identificar una lista extensa sobre los atributos a evaluar se tiene que delimitar a los que se consideren como indispensables.
- Determinar cuántas subsecciones tendrá cada atributo para su evaluación, esto se refiere a las características de evaluación de cada atributo.

Ejemplo: Una sección evaluará la habilidad con el idioma inglés.

Atributo: Conocimiento del Idioma inglés.

*Características: Se evaluaron tres características esenciales y son las siguientes: **Lectura, entendimiento verbal y escritura.***

Observación: En la identificación de las características es importante que se identifiquen detalladamente, dado que la selección aún puede contener una amplitud general extensa, si tomamos como ejemplo el atributo “**Lectura**”, esta característica se debe adaptar a los objetivos específicos, **en otras palabras la evaluación puede ser enfocada en lectura coloquial, técnica, técnica profesional etc.**

- Determinar el orden en el que serán contenidas en el formulario, se recomienda ordenarlas por su nivel de complejidad ir de menor a mayor para captar el interés del encuestado a modo de comprometer de participación a terminar el formulario

Paso 1.2.- Definir criterios cualitativos de evaluación del atributo y delimitarlos

En cualquier proceso de evaluación, es importante establecer con claridad qué se desea valorar y cómo se recogerá la información necesaria para emitir un juicio o diagnóstico. En este sentido, los criterios de evaluación constituyen los referentes esenciales que orientan la valoración del desempeño, los conocimientos o las actitudes de los participantes. Estos criterios, al ser formulaciones generales, permiten identificar las competencias, habilidades o saberes que se pretenden observar. Sin embargo, para que dicha evaluación sea operativa y de igual manera delimitar los criterios de evaluación del cuestionario implica distinguir claramente entre lo que se quiere evaluar (criterios) y cómo se va a evaluar (preguntas o ítems). En este apartado expondrán los pasos para definir criterios de evaluación pertinentes y se establecerán las limitantes al momento de establecer los criterios. (Borgobello et al., 2018)

Observación: Cada atributo debe contar con su criterio de evaluación, este criterio debe ser desarrollado en base a el nivel de necesidad de cada característica contenida en el atributo.

Ejemplo:

- Atributo: Conocimiento del idioma inglés.
- Características de evaluación: Comprensión verbal, escritura, lectura.
- Criterio de evaluación:
 - Intermedio - comprensión verbal
 - Alto - Escritura
 - Intermedio - Lectura

Paso 1.3.- Definir criterios cuantitativos de evaluación del formulario y delimitarlos

Una vez identificados los atributos y características a evaluar, se deben establecer criterios cuantitativos que permitan comparar los resultados obtenidos con valores de referencia previamente definidos por el diseñador del formulario. Estos criterios constituyen la base para la aplicación de las funciones de similitud y discrepancia, ya que permiten determinar el grado de cumplimiento, proximidad o alejamiento respecto al comportamiento esperado.

Nota:

- *Tomar en cuenta que esta metodología trabaja con reactivos de respuestas politómicas (más de 2 respuestas por reactivo).*
- *Los puntajes de cada respuesta deben tener valores intervalares continuos para un correcto proceso de validación del formulario.*

Ejemplo: Puntaje por respuesta : 10 puntos **A)**, 20 puntos **B)**, 30 puntos **C)**.

No se debe olvidar de que la respuesta de mayor relevancia se le debe asignar el puntaje más alto del rango establecido.

- Definir la cantidad de respuesta por reactivo

Una vez definido el número de respuestas, todas las preguntas deberán contener la misma cantidad de opciones para responder, *si se define 4 posibles respuestas todos los reactivos deben seguir esta regla.*

- Definir el rango de puntuación que entrega cada respuesta, este debe ser un valor intervalo continuo en cada reactivo.
- Se debe asignar una holgura (margen de error) para cada atributo, tomando en cuenta la necesidad del atributo.

El criterio se debe configurar de la siguiente manera ya que será utilizado en las funciones que evaluarán el atributo.

$$\rho(x, c, \beta)$$

X: Variable de estudio(Característica del atributo).

C: Parámetro de referencia(Puntaje).

β : Holgura (margen de error).

Ejemplo: *Un atributo cualquiera con un nivel de necesidad intermedio es evaluado con un formulario que puede tener como resultado máximo 250 puntos, la condición del nivel de necesidad del atributo es que con el 50% de la respuestas contestadas se cumpliría el criterio, sin embargo una cualidad que tiene esta metodología es que busca conocer los matices de respuesta, por lo tanto se debe considerar una holgura en la evaluación de los atributos.*

Puntos a tomar en cuenta:

- Todas las respuestas que el formulario nos brinde, son aproximaciones al criterio que se establece, si bien lo ideal es que se cumpla en un 100%, resulta complejo llegar a la excelencia en todos los aspectos.

- Esta holgura que se le asigna a cada criterio ayuda a identificar un mayor número de opciones viables para un área.
- *Esta holgura nos ayudará a tener un margen en la toma de decisiones.*

Paso 1.4.- Estándares de desempeño

Los estándares de desempeño permiten establecer límites que distinguen niveles aceptables y no aceptables dentro de un proceso de evaluación. Estos límites dependen del contexto, de los objetivos de la evaluación y del nivel de exigencia requerido (Cizek et al., 2004).

El parámetro β de la función gaussiana define el rango de aceptación alrededor del criterio de referencia. Este parámetro actúa como una holgura que permite admitir desviaciones razonables respecto al valor ideal esperado, reconociendo la variabilidad inherente a los fenómenos evaluados.

Valores pequeños de β generan evaluaciones más estrictas al reducir el margen de tolerancia, mientras que valores mayores permiten evaluaciones más flexibles al ampliar el intervalo de aceptación. Debido a que los criterios de desempeño varían según cada aplicación, la selección de β queda a criterio del diseñador del formulario y de los objetivos específicos de la evaluación.

Tabla 3. Comportamiento de la variable beta.

β	Interpretación del valor β respecto a la holgura	Comportamiento esperado
β con un valor pequeño	Poca holgura	Alta sensibilidad, pequeñas desviaciones reducen significativamente la similitud
β con un valor intermedio	Holgura media	Balance entre tolerancia y discriminación
β un valor grande	Mucha holgura	Baja sensibilidad, se admiten desviaciones más amplias

Criterio libre: Existen situaciones que pueden no necesitar una evaluación que esté establecida dentro de una escala preestablecida, dado que la metodología se enfoca en la evaluación de habilidades y aptitudes cada evaluación no busca asignar una calificación aprobatoria o no, sin embargo, se debe tener una referencia de evaluación (rango) y un margen (dominio) en el cual será evaluada cada aptitud, la holgura que se le asigne al criterio es una decisión que tomará el diseñador, sin embargo previo a este punto se describen las situaciones que implica establecer un criterio muy estricto o en caso contrario muy holgado.

Puntos a tomar en cuenta: Los resultados del formulario no están correlacionados a la escala del criterio de evaluación de un atributo, en otras palabras el formulario cuenta con un número finito que resulta sumando todas las respuesta correctas, sin embargo, el puntaje que evaluará el criterio se determina de acuerdo a la necesidad del atributo, un nivel de necesidad bajo se asocia a un puntaje en las respuestas bajo.

Ejemplo de un criterio cuantitativo con una holgura definida:

Este se basa en el criterio cualitativo del atributo:

- **Atributo:** Escritura del idioma inglés.
- **Características:** Comprensión verbal, escritura, lectura.
- Criterio de evaluación: *Cada característica se evalúa con 5 reactivos, su máximo puntaje de respuestas es de 50 puntos por respuesta correcta.*
 - **Nivel de interés: Intermedio** - comprensión verbal (CV)
 - **Nivel de interés: Alto** - Escritura (E)
 - **Nivel de interés: Intermedio** - Lectura (L)

Criterio cuantitativo del formulario:

- *Puntaje máximo del formulario que evalúa ese atributo 750 puntos, 250 puntos por característica.*

El criterio se basa en el nivel de necesidad establecido previamente en el criterio del atributo y el puntaje de ponderación.

Criterio : (CV,120,20)+(E,200,50)+(L,120,20)

Este criterio es la suma de las 3 características cada una con su parámetro de evaluación y su holgura, de encontrar un candidato con el criterio exacto al planteado su puntaje sería igual a 440, con una holgura total de 90

Paso 2.- Identificar el público objetivo

Uno de los pasos fundamentales en el diseño de un formulario es la correcta **identificación del público objetivo**, es decir, el grupo específico de personas al que va dirigido el instrumento. Conocer a quién se desea aplicar el formulario permite ajustar el lenguaje, el formato, la extensión y el tipo de preguntas para que sean comprensibles, pertinentes y accesibles para ese público. Ignorar las características del público como edad, nivel educativo, contexto sociocultural o familiaridad con el tema puede derivar en formularios poco claros, inapropiados o difíciles de completar. Por ello, definir con precisión el público objetivo es una etapa clave que debe preceder al diseño estructural del formulario y estar alineada con los objetivos del mismo. Este apartado analiza la importancia de esta identificación y los factores que deben considerarse para adaptar eficazmente el instrumento a su audiencia.

- **Perfil de usuario:** Analiza quiénes serán los usuarios finales (edad, conocimientos tecnológicos, necesidades específicas) para adaptar el lenguaje, la complejidad y el diseño visual.
- **Contexto de uso:** Considera dónde y cómo se completará el formulario (móvil, escritorio, entornos con conexión limitada, etc.).

Paso 2.1.- Alcance del formulario

El alcance determina los límites, objetivos y tipo de información que se desea obtener, lo cual permite diseñar un instrumento coherente, enfocado y útil para el análisis posterior. Sin una delimitación adecuada, existe el riesgo de recopilar datos irrelevantes o incompletos, afectando la validez de los resultados.

- Definir y delimitar el público objetivo o segmento de encuestados.
- Determinar el área geográfica y aspectos específicos a evaluar.
(Nivel de estudios, edad, idioma, área geográfica, etc.)
- Especificar las metas y el uso que se le dará a la información recopilada.

Paso 2.2.- Resultados esperados del formulario

Establecer estos resultados desde el inicio permite asegurar que las preguntas formuladas sean pertinentes, que el tipo de respuesta sea adecuada y que el análisis posterior tenga sentido y utilidad. Además, facilita la toma de decisiones, el diseño de estrategias o la evaluación de procesos, dependiendo del propósito del formulario. En este apartado, se abordan los beneficios de anticipar los resultados esperados y cómo esta práctica contribuye a un diseño más enfocado, eficaz y alineado con las necesidades del proyecto o estudio.

- Una comparación de los resultados finales y los resultados esperados puede ayudar a concluir en si realmente el formulario cumple con las expectativas esperadas desde un inicio, si no, es necesario realizar un análisis detallado de el formulario y su estructura para realizar modificaciones a fin con el objetivo general.

Paso 2.3.- Caracterización del Encuestado

La sección de **caracterización del encuestado** permite contextualizar las respuestas obtenidas a partir de los datos personales, demográficos o socioeconómicos de los participantes. Esta información proporciona una base para segmentar, analizar y comparar los resultados en función de variables como edad, género, nivel educativo, ocupación, ubicación geográfica, entre otros aspectos relevantes según el objetivo del formulario.

Caracterizar adecuadamente al encuestado no solo facilita una interpretación más precisa y significativa de los datos, sino que también contribuye a identificar patrones, necesidades o diferencias entre grupos. Para ello, es importante seleccionar cuidadosamente las variables que realmente aporten valor al análisis, evitando formular preguntas innecesarias o invasivas. En esta sección se justifica la importancia de incluir la caracterización del encuestado y se presentan los criterios a considerar para su correcta formulación dentro del instrumento.

Paso 3.- Redacción y Formulación de Interrogantes

- **Título del formulario:** El título es una parte importante ya que es la presentación inicial del encuestado y el formulario, siendo un momento clave para captar su atención, usar títulos muy complejos puede persuadir al encuestado no sentirse seguro al responder el formulario, el título debe tener estas cualidades para obtener una buena percepción por el encuestado, claro y directo, específico, atractivo, neutro.

- **Obtención de consentimiento informado (Indispensable)**

- *Informar a los encuestados sobre el propósito de la encuesta, la confidencialidad de sus respuestas y el uso de la información, obteniendo su consentimiento.*

La redacción y formulación de preguntas constituye una de las etapas más delicadas y decisivas en el diseño de un cuestionario, ya que en esta etapa recae la calidad y utilidad de los datos que se recolectan. Una pregunta bien redactada debe ser clara, precisa, comprensible y estar alineada con los objetivos del formulario. Por el contrario, preguntas ambiguas, extensas o mal estructuradas pueden generar confusión en los encuestados y afectar la validez de los resultados.

Para lograr una formulación efectiva, es necesario considerar factores como el tipo de información que se desea obtener, el nivel de conocimiento del público objetivo, el uso adecuado del lenguaje y la elección entre preguntas abiertas o cerradas, según el contexto. En esta sección se analizan los principios clave para redactar preguntas de forma adecuada, así como recomendaciones prácticas para evitar errores comunes y garantizar la coherencia interna del cuestionario.

- **Lenguaje sencillo:** Es importante en este punto tener presente las características del público objetivo dado que será una base para la redacción de las preguntas, dado que de acuerdo a nivel de estudio, el área geográfica, nacionalidad, edad, etc. Esta información dará un indicador del lenguaje que se usará siempre con el fin de que al público objetivo le resulte fácil comprender el contenido.
 - Redacta las preguntas de manera clara, evitando jergas o ambigüedades.
- **Instrucciones precisas:** Incluye instrucciones o ejemplos cuando la respuesta pueda ser interpretada de diversas maneras.

Paso 3.1.- Mapa de Contenido y Flujo de Navegación

El mapa de contenido y el flujo de navegación de un formulario son elementos fundamentales para garantizar una experiencia ordenada, lógica y eficiente durante su aplicación. El mapa de contenido permite visualizar la estructura general del formulario, identificando las secciones, temas o bloques de preguntas que lo componen. Por su parte, el flujo de navegación define el recorrido que debe seguir el encuestado al responder, asegurando una secuencia coherente, fluida y adaptada a las posibles variaciones en las respuestas.

Diseñar un buen flujo de navegación ayuda a evitar confusiones, repeticiones innecesarias y saltos ilógicos entre preguntas. Esto resulta especialmente importante en cuestionarios extensos o con preguntas condicionales. En esta sección se expone la importancia de planificar y organizar adecuadamente el contenido, así como de establecer un flujo claro que facilite tanto la comprensión por parte del encuestado como la posterior recolección y análisis de los datos.

- Jerarquización de la información: Separa el formulario en secciones lógicas (por ejemplo, datos personales, información específica, preguntas adicionales) para evitar la sobrecarga de información.
- Flujo de navegación: Define el orden en que se presentarán las preguntas para que la secuencia sea lógica y natural, facilitando la comprensión del encuestado.

Paso 3.2.- Secciones del flujo de navegación

Estas son las secciones que debe contener el formulario, en cada una de las secciones se menciona cómo se integran al formulario de acuerdo a las necesidades que se plantearon en el objetivo general, dado que no siempre se busca evaluar a todos los usuarios en todos los atributos, es importante dejar en claro las secciones del formulario ya que serán la guía para la redacción de los reactivos de cada una de las secciones así como el orden en el que se presentará cada sección en el formulario.

a) Sección de información personal del encuestado.

Con el fin de caracterizar el perfil de las personas que participan en cada formulario, se deben solicitar datos personales. Esta información será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines estadísticos y de análisis. En el punto tipos Información de Identificación se encuentra una lista con la información que debe considerarse para conocer información personal y también el medio por el cual se contactará al encuestado.

b) Sección antecedentes (contexto actual del encuestado)

Esta sección se desglosa principalmente del objetivo específico.

En busca de conocer al encuestado, es viable saber el contexto en el que se encuentra, brindando un antecedente previo a contestar el formulario.

En esta sección se pueden adjuntar preguntas estratégicas que tengan alguna correlación con los resultados finales, ya que estas secciones no serán evaluadas con una calificación pueden dejar un antecedente importante que ayude a el análisis de datos.

c) Sección contingencia (aplicable para un formulario multinivel)

La principal función de esta sección está enfocada en la evaluación de distintas áreas dentro de un mismo formulario, esta cualidad abre la posibilidad de desarrollar un formulario multinivel capaz de contener todas las evaluaciones de una problemática sin la necesidad de identificar manualmente el formulario idóneo para el encuestado, teniendo en cuenta que ya se identificaron y delimitaron las áreas de estudio de la problemática y se desarrollaron los formularios de evaluación de atributos de cada área.

Esta sección se puede integrar después de la sección “antecedentes” siendo una bifurcación importante para segmentar al usuario, dependiendo la respuesta que nos brinde el formulario se enviará a una sección diseñada en base a su respuesta.

La bifurcación nos puede brindar dos o más opciones sin embargo con dos opciones es suficiente para la segmentación del encuestado, dado que cada sección tiene como objetivo evaluar el conocimiento específico de una área de desarrollo personal con el fin de segmentar al encuestado y evaluarlo.

Observación: Esta sección se puede integrar dependiendo el contexto de cada formulario, en el primer caso si solo se evaluará un área de conocimiento puede no ser necesario segmentar al usuario tan a fondo, dado que la evaluación de solo una área directamente se enfoca en ese contexto, en el

segundo caso y donde sí debe ser integrada es cuando se tenga una problemática con distintas necesidades en áreas completamente ajenas a las de otras por lo tanto se debe realizar una selección de los usuarios idóneos para cada evaluación.

d) Secciones de evaluación específicas para cada atributo.

Estas secciones son desarrolladas por la cantidad de atributos a evaluar, cada una de las secciones debe ser identificada con el atributo que evalúa la sección.

Las secciones estarán enfocadas en evaluar los atributos identificados como necesarios para abordar la problemática, el diseñador definirá la cantidad de atributos a evaluar y las características de cada que serán evaluadas, dado que se obtendrá un valor cuantitativo al evaluar cada atributo es indispensable contar con un instrumento (formulario) con validez y confiabilidad, en el punto IV.- *Validación del formulario* se desarrolla el proceso técnico para validar el contenido de un formulario, con este proceso aplicado correctamente se asegura que realmente se mida la variable a medir.

e) Secciones equivalentes.

La sección diagnóstico y sección antecedentes debe tener la capacidad de segmentar a los encuestados para ser enviados a sus formularios correspondientes, es recomendable realizar pruebas equivalencia en una o más ocasiones de cada atributo para analizar la correlación de resultados entre una prueba y otra, siendo un indicador clave para evaluar los atributos, en base a los criterios establecidos desde un inicio.

f) Sección final del formulario

Redactar un texto de agradecimiento al usuario por el tiempo que se tomó en contestar, de igual forma dejar claro el siguiente paso del proceso de evaluación, esto sirve para definir el tiempo en el que se le contactara a usuario o si él tendrá que ponerse en contacto esta sección es fundamental para cualquier indicación posterior al formulario.

Paso 3.3.- Estructura propuesta de las secciones que debe integrar el formulario

Sección a) para recopilar información personal del encuestado.

Con el fin de caracterizar el perfil de las personas que participan en cada formulario , se deben solicitar datos personales. Esta información será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines estadísticos y de análisis.

Sección b) antecedentes (contexto actual del encuestado)

Sección no evaluable

Esta sección puede contener preguntas abiertas, cerradas o de opción múltiple, dado que no es una sección evaluable con validez y su desarrollo de métricas, sin embargo , se busca conocer el contexto en el que se encuentra el encuestado con el fin de recopilar información que ayude encontrar alguna correlación o variación entre las respuestas que evalúen los atributos en cuestión.

Sección c) contingencia

Sección no evaluable de uso opcional

En esta sección se puede usar o no dependiendo del contexto del formulario por dos motivos:

1.- Esta sección busca segmentar el conjunto de encuestados en un formulario específico para evaluaciones multinivel en donde cada encuestado debe ser evaluado con un formulario a fin a su área de conocimiento, es necesario realizar una serie de preguntas que filtren a los encuestados a su formulario específico.

2.- En el caso de querer encontrar encuestados con cualidades en todas las secciones de evaluación directamente podría ser guiado un formulario que evalúe todos los atributos secuencialmente, por este motivo puede no ser integrada esta sección dado que si el problema de estudio solo se enfoca en una área de estudio no es necesario segmentar al usuario y directamente dirigirlo al formulario.

Secciones d) para la evaluación específica de cada atributo.

Esta sección aloja reactivos, con respuestas de opción múltiple esta condición se desglosa de los siguientes dos puntos:

1.- La técnica que evalúa la validez (escala alfa de Cronbach) del formulario.

2.- Asignar un valor cuantitativo a la característica de un atributo con el fin de cuantificar una magnitud inobservable (conocimiento).

Ejemplo:

Pregunta: ¿Qué tipo de llantas usan los automóviles comunes en México ?				
A) Lluvia	B) Piso seco	C) Llantas para piso seco y mojado	D) Nieve	E) Todas las anteriores
Puntaje que otorga cada respuesta				
30 Puntos	40 Puntos	50 Puntos	20 Puntos	10 Puntos

Cada una de las secciones que se desglosen tendrán como objetivo medir un atributo individualmente, en otras palabras cada atributo a evaluar tendrá su formulario independiente contenido dentro de un formulario general que guiará al encuestado a contestar cada sección del mismo, de igual forma estos formularios deben tener una validación de consistencia interna con la escala alfa de Cronbach.

Sección e) flujos de retroalimentación, formularios equivalencia

Diseñar un formulario B equivalente, de la prueba A, la correlación que estos pueden ofrecer, funge como una retroalimentación de la información recopilada, esto ayudará a que se tomen decisiones con mayor seguridad y con un bajo nivel de sesgo, de igual forma debe validarse el contenido del formulario con la escala alfa de Cronbach.

Sección f) la parte final del formulario

Redactar un texto de agradecimiento al usuario por el tiempo que se tomó en contestar, de igual forma dejar claro el siguiente paso del proceso de evaluación, esto sirve para definir el tiempo en el que se le

contactara a usuario o si él tendrá que ponerse en contacto esta sección es fundamental para cualquier indicación posterior al formulario.

Paso 4.- Prototipado y Pruebas de Usabilidad (Validez del formulario)

En esta sección se desarrollará el proceso de las pruebas piloto para la corrección de errores en el diseño y la validación del formulario, este proceso es fundamental para detallar sesgos en el diseño de alguna sección, este paso se debe repetir hasta que se corrijan los errores de diseño y se logre un nivel de validez aceptable. para entender mejor cómo lograr la validez puede consultar el punto IV.- validación del formulario (Weiss, 1998)

Paso 4.1.- Prototipado y Pruebas de Usabilidad

Es necesario seleccionar una herramienta idónea para el prototipado del formulario, existe variedad de herramientas digitales disponible para esta acción, sin embargo, la que se será utilizada en esta metodología es la plataforma de Google Forms.

- Herramientas de prototipado:
Utiliza herramientas como Google Forms, Figma, Sketch o Adobe XD para crear versiones visuales del formulario, permitiendo visualizar la distribución de elementos y el flujo de navegación.

Nota: En esta metodología se seleccionó la plataforma de google forms como herramienta para el desarrollo de los formularios.

- Simulación de interacciones:
Crear prototipos interactivos para simular la experiencia del usuario y obtener feedback preliminar.

Paso 4.2.- Pruebas de Usabilidad

Este punto es uno de los más importantes ya que se enfoca en la corrección de errores de diseño en el formulario y errores de diseño en la aplicación de la técnica que le da validez al formulario por lo tanto se tiene que trabajar en conjunto la corrección de errores ortográficos y gradualmente ir midiendo la validez que va desarrollando el formulario hasta lograr un formulario sin errores y con un nivel de validez aceptable.

- Test con usuarios reales:
Realiza sesiones de prueba con usuarios representativos para identificar problemas de comprensión, navegación o funcionalidad.
- Recolección de feedback:
Utiliza encuestas o entrevistas cortas tras la prueba para recoger impresiones y sugerencias.

- Iteración:
Ajusta el diseño del formulario basado en el feedback recibido, mejorando aspectos de usabilidad y accesibilidad.

Paso 4.3.- Implementación Técnica

- Integración con backend:
Conecta el formulario a bases de datos o sistemas de gestión para el almacenamiento y procesamiento de la información.

En este paso google forms nos brinda la opción de contener la información recopilada individualmente en hojas de cálculo de google, una herramienta que será utilizada para el análisis de datos y evaluación de criterios.

Paso 5.- Pruebas Finales y Lanzamiento

Pruebas Funcionales y de Compatibilidad (UNESCO IIEP et al., 2005)

- Testeo integral: Realiza pruebas funcionales para confirmar que cada campo, validación y lógica condicional funcione correctamente.
- Compatibilidad: Verifica el funcionamiento del formulario en distintos navegadores y dispositivos.

Corrección de Errores

- Detección y resolución: Identifica cualquier error o inconsistencia y corrígelo antes del lanzamiento final.
- Feedback continuo: Implementa un sistema para recibir reportes de errores o sugerencias por parte de los usuarios tras el lanzamiento.
- Adjuntar una sección de feedback puede integrarse en las pruebas piloto al final de todo el formulario, con el fin de recopilar comentarios de mejoras o errores detectados por los usuarios en el formulario.

Paso 5.1.- Lanzamiento (recopilación de datos con el público objetivo)

- Publicación: Una vez finalizadas las pruebas y correcciones, implementa el formulario en el entorno de producción.
- Monitoreo: Supervisa la interacción de los usuarios y la tasa de conversión para evaluar el rendimiento del formulario.

Paso 6.- Estructuración de la información recopilada

Paso 6.1.-Estructuración de la base de datos

En esta metodología se usará la hoja de cálculo de google, por sus características directamente asociadas a google forms, esta aplicación nos genera una hoja de cálculo en la cual aloja los datos recopilados del formulario teniendo la visualización de todas las respuestas en secciones independientes para cada reactivo contenido en el formulario.

Paso 6.2.- Depurar información de secciones no evaluables.

En el proceso de gestión y análisis de datos, la depuración de información es una etapa fundamental para garantizar la precisión y la relevancia de los datos utilizados. En particular, la eliminación de secciones no evaluables (Información personal, formularios sin contestar), permite optimizar el rendimiento de los sistemas, reducir el ruido en los análisis y asegurar que solo se consideren elementos relevantes para la toma de decisiones.

Este proceso implica la identificación, filtrado y eliminación de datos irrelevantes o redundantes, con el fin de mejorar la calidad y coherencia de la información disponible.

Paso 6.3.- Depurar las secciones de información personal y datos demográficos.

En este contexto, la eliminación de secciones que contienen información personal y datos demográficos es fundamental cuando estos no poseen una calificación que permita su evaluación cuantitativa. Desde una perspectiva técnica, este proceso implica la identificación y eliminación de variables no evaluables que podrían introducir ruido en los modelos analíticos, afectar la normalización de los datos o generar sesgos en los resultados. Además, la exclusión de estos datos contribuye a mejorar la eficiencia computacional al reducir la dimensionalidad del conjunto de datos y garantizar el cumplimiento de principios de anonimización y protección.

Con la finalidad de no perder información relevante cualquier modificación que se generen en los datos recopilados se recomienda generar una copia de las respuestas para ante cualquier problema en la estructuración y análisis de dato de la información recopilada exista un respaldo con el contenido original para poder volver sin perder información, dicho esto es necesario segmentar la base de datos por atributo y posteriormente por característica por el simple hecho de tener una organización detallada de la información, esta parte puede ser enriquecida con colores de identificación por columna o fila y en todo momento tener su identificador en encabezado de cada columna tal cual y como se aprecia en la siguiente figura 3.

	Instalaciones eléctrica		
Numero de encuestados	Conocimiento de herramienta	Materiales conductores	Normativas y reglamentos
1	240	250	240
2	120	150	130
3	150	180	110
4	130	140	140
5	170	170	130
6	140	150	110

Fig 3. Organización de puntajes por atributo y característica.

Ese enfoque permite optimizar la estructura de los datos, asegurando que solo se incluyan variables con valor analítico medible, lo que facilita la aplicación de modelos predictivos y técnicas de minería de datos con mayor precisión y eficacia.

Paso 7.- Evaluación de criterios

Paso 7.1 Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson

- El procedimiento para hacer este cálculo de encuentra en la sección 2.3

Paso 7.2.- Evaluar con la función de similitud y discrepancia.

Una vez que se estructuró la información, la base de datos resultante es la referencia de evaluación respecto al criterio planteado, dependiendo de las necesidades de un caso de estudio se puede evaluar directamente con la función que la situación requiera.

- Desarrollar el coeficiente de correlación de Pearson, este se desarrolla en la sección 2.3.
- Evaluar los resultados con la función de Similitud, desarrollada en la sección 2.4.1

Comando de similitud desarrollado para su aplicación en Google Sheets:

$$=(EXP(-4*(x(-c)/\beta)^2)$$

- Evaluar los resultados con la función de Discrepancia, desarrollada en la sección 2.4.2

Comando de discrepancia desarrollado para su aplicación en Google Sheets:

$$=(TANH(3/\beta*(x-c))$$

Paso 7.3.- Reporte de resultados informado

En la literatura se expresan distintas estructuras de un reporte de evaluación, sin embargo, existe una coincidencia de similitudes entre ellos, por lo tanto, la estructura general propuesta es la siguiente: (Aragón Borja, 2004)

Paso 7.3.1.- Carátula del reporte de resultados

La carátula debe contener las siguientes secciones:

- Título
- Descripción general de la prueba aplicada
- Objetivo general y específico
- Resultados esperados
- Características del grupo evaluado
- Nivel de confiabilidad de la prueba
- Nombre del diseñador de la prueba
- Carrera del diseñador de la prueba
- Nombre del aplicador
- Carrera del aplicador

Descripción general de la prueba aplicada: El análisis e interpretación de resultados. Una vez aplicadas las pruebas al público objetivo y con sus respectivos resultados, se puede describir la

ejecución de selección en cada una, proporcionando los valores obtenidos, analizando esa información con respecto a las necesidades del caso de estudio y su comparación e interpretando los resultados relacionándolos con el motivo de la consulta.

Conclusiones: Se trata de integrar toda la información obtenida durante el proceso, relacionando los diferentes resultados obtenidos en las pruebas aplicadas y el motivo de la evaluación, para ayudar en la toma de decisiones.

Sugerencias: Este último punto tiene que ver con la toma de decisiones; basadas en la información proporcionada en el reporte, se proporcionan sugerencias de intervención o tratamiento, tanto a largo plazo como a lo inmediato, que pudieran ayudar al sujeto en la resolución del problema encontrado.

Firmas: Firmar el reporte con el nombre completo, la firma y la adscripción de la institución, con el objetivo de darle al proceso la legalidad requerida, ya que puede ser probable que ese reporte lo lea otro colega o bien otro profesionalista (médico, maestro, trabajadora social, juez, etc.)

Su propósito principal es comunicar de manera clara, estructurada y comprensible los resultados derivados de la evaluación, permitiendo interpretar los datos recopilados y transformarlos en información útil para la toma de decisiones.

En el contexto de esta metodología, el reporte de resultados no se limita únicamente a mostrar puntajes o respuestas obtenidas por los encuestados, sino que busca proporcionar un análisis integral de los atributos evaluados, identificando patrones, fortalezas, áreas de oportunidad y posibles correlaciones entre las variables analizadas. De esta manera, el reporte se convierte en un medio de retroalimentación tanto para los responsables del estudio como para los participantes evaluados.

Conclusiones

Esta metodología para el diseño y desarrollo de formularios propone un proceso estructurado orientado a la creación de instrumentos de evaluación capaces de recopilar información de manera organizada, confiable y adaptable a distintas problemáticas. A través de sus diferentes etapas, se establece una guía metodológica que integra desde la identificación de necesidades y delimitación de atributos hasta la validación, prototipado, pruebas de usabilidad y análisis de resultados.

Uno de los principales aportes de esta metodología es la incorporación de formularios multinivel y mecanismos de segmentación, permitiendo adaptar las evaluaciones de acuerdo con las características y necesidades específicas de los encuestados. Asimismo, la integración de procesos de validación, como el uso del alfa de Cronbach, coeficiente de correlación de Pearson y formularios equivalentes (Test-retest), fortalece la confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos.

De igual manera, el enfoque centrado en la experiencia del usuario mediante pruebas piloto, retroalimentación e iteración continua contribuye a mejorar la claridad, accesibilidad y funcionalidad de los formularios desarrollados. Esto no solo favorece la calidad de la información recopilada, sino también la eficiencia en el análisis e interpretación de datos.

En conclusión, esta metodología se plantea como una propuesta integral para el diseño de formularios digitales orientados a la evaluación de atributos y recolección de información cuantificable. Su aplicación permite desarrollar y adaptar instrumentos en contextos generales y metodológicamente fundamentados, capaces de apoyar procesos de análisis, toma de decisiones.

Bibliografía

- Aiello, R. C., García, M. R., and Jaramillo, M. (2014). Determinación de los estilos de aprendizaje de estudiantes de 1er curso de ing. industrial y electrónica de la universidad técnica del norte. ibarra. ecuador. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 7(14).
- Aliseda, N., Gibaja, J. F., Mozota, M., and Remolins, G. (2022). ¿ cómo mejorar nuestras actividades divulgativas? diseño de formularios para conocer la opinión del usuario. *How Can We Improve Our Outreach Activities*, pages 29–56.
- Alvarez, M. R. and Martínez-Olmo, F. (2014). Operacionalización de conceptos/variables. *Barcelona Diposit Digital de la UB*, 3.
- Aragón, L. E. and Silva, A. (2002). *Fundamentos teóricos de la evaluación psicológica*. Editorial Pax México.
- Balcázar Nava, P., González-Arratia López-Fuentes, N. I., Gurrola Peña, G. M., and Moysén Chimal, A. (2013). *Investigación cualitativa*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Barrios, M. and Cosculluela, A. (2013). Fiabilidad. en j. meneses (coord.). *Psicometría*.
- Board, Q. (2014). Standard glossary of terms used in software testing.
- Borgobello, A., Pierella, M. P., and Pozzo, M. I. (2018). Uso de cuestionarios en investigaciones sobre universidad: análisis de experiencias desde una perspectiva situada. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 8(2).
- Borja, L. (2004). Fundamentos psicométricos en la evaluación psicológica. *Revista electrónica de psicología Iztacala*, 7(4):23–43.
- Buss, D. M. and Craik, K. H. (1983). The act frequency approach to personality. *Psychological review*, 90(2):105.
- Campo-Arias, A. and Oviedo, H. C. (2008). Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. *Revista de salud pública*, 10:831–839.
- Cizek, G. J., Bunch, M. B., and Koons, H. (2004). Setting performance standards: Contemporary methods. *Educational measurement: issues and practice*, 23(4):31–31.

- Correa-Rojas, J. (2021). Coeficiente de correlación intraclase: Aplicaciones para estimar la estabilidad temporal de un instrumento de medida. *Ciencias Psicológicas*, 15(2).
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3):297–334.
- de Tests, C. I. (2014). El uso de los tests y otros instrumentos de evaluación en investigación. *Comisión Internacional de Tests*.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., and Christian, L. M. (2014). Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: The tailored design method. *Indianapolis, Indiana*, 17.
- Duhachek, A., Coughlan, A. T., and Iacobucci, D. (2005). Results on the standard error of the coefficient alpha index of reliability. *Marketing Science*, 24(2):294–301.
- Fan, X. and Thompson, B. (2003). Confidence intervals about score reliability coefficients. *Score reliability: Contemporary thinking on reliability issues*, pages 69–84.
- Fenton, N. E. and Neil, M. (1999). Software metrics: successes, failures and new directions. *Journal of Systems and Software*, 47(2-3):149–157.
- Fernández-Ballesteros, R. (1993). *Introducción a la evaluación psicológica*. Pirámide.
- Fowler Jr, F. J. (2013). *Survey research methods*. Sage publications.
- Galas Taboada, C., Gutiérrez Cortés, M. T., Hamilton Vélez, E. M., et al. (2020). Uso de resultados de las pruebas de aprendizaje en el diseño de las políticas educativas en américa latina. *UNESDOC Biblioteca Digital*.
- Gamba, R. V. (2023). Validez y fiabilidad del instrumento de análisis cuantitativo del uso de las redes sociales y el desarrollo de la inteligencia emocional en adolescentes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3):4907–4933.
- Gättgens, X. P. (2002a). Criterios para realizar evaluaciones de calidad. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 3(97):9–16.
- Gättgens, X. P. (2002b). Criterios para realizar evaluaciones de calidad. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 3(97):9–16.
- Han, J., Kamber, M., and Pei, J. (2012). Data mining: Concepts and. *Techniques, Waltham: Morgan Kaufmann Publishers*, pages 2012–13.
- Harter, S. P. (1984). Introduction to modem information retrieval (gerard salton and michael j. mcgill).
- Haykin, S. (2009). *Neural networks and learning machines*, 3/E. Pearson education india.

- Hernández, R., Fernández, C., and Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: Mcgrawhill. *Recuperado de: <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>*.
- Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, J. F., Peñaloza Tarazona, M. E., Fernández González, J. E., Chacón Rangel, J. G., Toloza Sierra, C. A., Arenas Torrado, M. K., Carrillo Sierra, S. M., and Bermúdez Pirela, V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de pearson: definición, propiedades y suposiciones. *archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*.
- House, E. and Howe, K. R. (1999). *Values in evaluation and social research*. Sage Publications.
- Jamsen, J. and Corley, K. (2007). E-survey methodology. In *Handbook of research on electronic surveys and measurements*, pages 1–8. IGI Global Scientific Publishing.
- Kelley, T. L. (1948). *The Kelley Statistical Tables, Rev.* Harvard University Press.
- Kopalle, P. K. and Lehmann, D. R. (1997). Alpha inflation? the impact of eliminating scale items on cronbach's alpha. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 70(3):189–197.
- Landazabal, M. G. (1998). *Evaluación psicológica bases teórico-metodológicas, situación actual y directrices de futuro*. Amaru ediciones.
- López-Roldán, P., Fachelli, S., et al. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa.
- Mahalanobis, P. C. (2018). On the generalized distance in statistics. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series A (2008-)*, 80:S1–S7.
- Marradi, A., Archenti, N., Piovani, J. I., et al. (2010). *Metodología de las ciencias sociales*. Cengage Learning Argentina Buenos Aires.
- Martínez Arias, M. d. R. (1995). Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos. *Psicometría: teoría de los tests psicológicos y educativos*.
- Moser, R., Janes, A., Russo, B., Sillitti, A., Succi, G., et al. (2005). Prom: taking an echography of your software process. In *XLIII Congresso Annuale AICA. AGILE Publications. Udine, Italy*.
- Muñiz Fernández, J. et al. (2003). *Teoría clásica de los tests*. Pirámide.
- Muñiz Fernández, J. et al. (2010). Las teorías de los tests: teoría clásica y teoría de respuesta a los ítems. *Papeles del Psicólogo: Revista del Colegio Oficial de Psicólogos*.
- Oosterveld, P. et al. (1996). *Questionnaire design methods*. Berkhout Nijmegen BV.
- Oviedo, H. C. and Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de cronbach. *Revista colombiana de psiquiatría*, 34(4):572–580.
- Prieto, G. and Delgado, A. R. (2010). Fiabilidad y validez. *Papeles del psicólogo*, 31(1):67–74.

- Ream, M. J. (1924). *Ability to sell: Its relation to certain aspects of personality and experience*. Williams and Wilkins Company.
- Rizo, F. M. (2008). La evaluación de aprendizajes en américa latina.
- Rodríguez, Rodríguez, J. and Reguant, Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el spss: el coeficiente alfa de cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2):1–13.
- Roger, S. P. (2002). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*, volume 98. McGraw Hill New York.
- Rubio, L. E. C. and Rodríguez, A. L. (2023). Competencias digitales docentes y su integración con las herramientas de google workspace: una revisión de la literatura. *Transdigital*, 4(7):1–22.
- Saraguro, O. X. R., Gomez, A. E. F., Diaz, J. F. Q., and Erazo, G. E. V. (2025). Refuerzo positivo y retroalimentación inmediata: Análisis de su impacto en la motivación y el aprendizaje desde la neuroeducación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(5):17364–17380.
- Siniscalco, M. T. and Auriat, N. (2005). Questionnaire design. *Quantitative research methods in educational planning*, 8.
- Streiner, D. L. (2003). Being inconsistent about consistency: When coefficient alpha does and doesn't matter. *Journal of personality assessment*, 80(3):217–222.
- Strong Jr, E. K. (1926). An interest test for personnel managers. *Journal of Personnel Research*.
- Vaiman, V. and Vance, C. (2010). *Smart talent management: building knowledge assets for competitive advantage*. Edward Elgar Publishing.
- Vanrell, J., Bertone, R., and García-Martínez, R. (2012). Un modelo de procesos para proyectos de explotación de información. In *Proceedings Latin American Congress on Requirements Engineering and Software Testing*. Pág, pages 46–52.
- Weiss, C. H. (2021). The many meanings of research utilization. In *Social science and social policy*, pages 31–40. Routledge.
- Welsch, R., Schmidt, A. F., Turner, D., and Rettenberger, M. (2021). Test–retest reliability and temporal agreement of direct and indirect sexual interest measures. *Sexual Abuse*, 33(3):339–360.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3):338–353.