



UN MODELO PARA CONFORMAR EQUIPOS EN LA ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN DE LA FASE DE REQUISITOS, BASADO EN LOS ROLES DE EQUIPO BELBIN: UN ESTUDIO EXPLORATORIO

*Nailea Rosado Castillo**

*Antonio Armando Aguilera Güemez***

*Raúl Antonio Aguilar Vera****

Recibido: 06/102024 Aceptado: 14/02/2025

<https://doi.org/10.22395/rium.v24n46a1>

RESUMEN

Esta investigación examina la viabilidad del modelo propuesto para formar equipos de validación de requisitos de software, basado en la Teoría de los Roles de Belbin. El estudio pretende determinar si los equipos formados según el modelo mejoran en la evaluación de criterios de calidad de requisitos en comparación con equipos formados aleatoriamente. Se llevó a cabo un diseño experimental factorial con dos tratamientos: Equipos Construidos (EC, por sus siglas en español) y

Equipos Aleatorios (EA, por sus siglas en español), evaluando métricas tales como Comprensibilidad, Inambigüedad, Viabilidad, Consistencia Interna, y Verificabilidad. El análisis descriptivo reveló que los equipos EC tienden a tener puntuaciones más consistentes en Comprensibilidad y menos variabilidad en otros criterios. Por el contrario, los equipos de EA muestran una mayor dispersión en sus valoraciones, con medias más altas en algunos criterios como la Coherencia y Verificabilidad. La prueba U de Mann-Whitney indicó que, en general, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de equipos, lo que sugiere que el modelo propuesto no tiene un impacto consistente en la calidad de los requisitos evaluados. Este estudio proporciona una base para futuras investigaciones sobre la eficacia del modelo en contextos variados.

Palabras clave: Modelo de Equipo, Habilidades Blandas, Roles Belbin, Diseño Experimental, Fase de Requisitos.

* IS. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Matemáticas. Mérida, México. Correo electrónico: a15001585@alumnos.uady.com

* Dr. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Matemáticas. Mérida, México. Correo electrónico: aaguiet@correo.uady.mx Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5155-3543>

*** Dr. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Matemáticas. Mérida, México. Correo electrónico: avera@correo.uady.mx Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1711-7016>

A MODEL FOR FORMING TEAMS FOR THE EVALUATION ACTIVITY OF THE REQUIREMENTS PHASE, BASED ON BELBIN TEAM ROLES: AN EXPLORATORY STUDY

ABSTRACT

This research examines the proposed model's viability for forming software requirements validation teams, based on Belbin's Role Theory. The study seeks to determine whether teams formed according to the model improve in evaluating requirement quality criteria compared to randomly formed teams. A factorial experimental design was carried out with two treatments: Constructed Teams (EC, for its acronym in Spanish) and Random Teams (EA, for its acronym in Spanish), evaluating metrics such as Comprehensibility, Unambiguity, Feasibility, Internal Consistency, and Verifiability. The descriptive analysis revealed that EC teams tend to have more consistent ratings on Comprehensibility and less variability on other criteria. In contrast, EA teams show a greater dispersion in their ratings, with higher averages on some criteria such as Consistency and Verifiability. The Mann-Whitney U test indicated that, in general, there are no statistically significant differences between the two types of teams, suggesting that the proposed model does not have a consistent impact on the quality of the requirements evaluated. This study provides a basis for future research on the effectiveness of the model in varied contexts.

Keywords: Team Model, Soft Skills, Belbin Roles, Experimental Design, Requirements Phase.

INTRODUCCIÓN

En el campo de la ingeniería de *software*, la calidad de los requisitos es fundamental para el éxito de los proyectos [1]. Los equipos encargados de validar estos requisitos juegan un papel crucial en asegurar que el producto final cumpla con las expectativas del cliente y los estándares de calidad. Sin embargo, la formación y la composición de estos equipos pueden influir significativamente en la eficacia del proceso de validación [2].

En la literatura se han propuesto diversas formas para construir equipos. Para el desarrollo de *software*, algunas han considerado principalmente la formación de equipos como una sola etapa [3], [4], [5], mientras otras lo han hecho por etapas: requisitos, diseño, implementación, pruebas, mantenimiento [6]. Por ejemplo, Aguilar R. *et al.*, [7], en la fase de requisitos para desarrollar el documento de especificación de requisitos de *software* (SRS) encontraron diferencias significativas en la calidad de los documentos de los equipos formados y formados aleatoriamente. En la fase de implementación, Aguilera A. *et al.*, [8], experimentaron con ingenieros de *software* de pregrado durante la construcción de *software*, comparando la calidad del código producido por un equipo formado utilizando los roles de Belbin.

Estos estudios evidencian una tendencia en la exploración de la formación de equipos, viéndola no únicamente como una sola fase, sino considerando las habilidades propias de cada fase [9]. Sin embargo, hasta donde sabemos, no se ha construido un equipo para la actividad de validación en la fase de requisitos [10]. En este trabajo se presenta un estudio exploratorio de la efectividad de un modelo que se propone para construir equipos para dicha actividad. Este modelo propuesto se basa en la teoría de roles de Belbin [11], que categoriza a los individuos en distintos roles dentro de un equipo, según sus fortalezas y habilidades específicas. La hipótesis central es que la formación de equipos siguiendo esta teoría podría mejorar la calidad de la validación de requisitos, en comparación con equipos formados aleatoriamente. Dicha teoría sugiere que una distribución equilibrada de roles puede optimizar el rendimiento del equipo al aprovechar las habilidades complementarias de sus miembros [11].

En este estudio exploratorio realizaremos un diseño experimental que compara equipos construidos según el modelo propuesto, con equipos formados aleatoriamente.

A través de la evaluación de diversos criterios de calidad de requisitos [12], [13] como comprensibilidad, inambigüedad, factibilidad, consistencia interna y verificabilidad, se busca determinar si la formación del equipo tiene un impacto significativo en la calidad de los requisitos evaluados. Este enfoque pretende proporcionar una base empírica para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la gestión de equipos de validación de requisitos en proyectos de *software*.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: la sección 1 presenta el marco teórico del estudio, la sección 2 describe el modelo propuesto, la sección 3 detalla las diferentes etapas de la experimentación con dicho modelo, y finalmente, en la sección 4 se exponen las discusiones y conclusiones del trabajo.

1. MARCO TEÓRICO

En esta sección presentaremos los conceptos elementales utilizados en este trabajo.

1.1 Fase de requisitos

De acuerdo con el IEEE [14], los requisitos se pueden definir como “una condición o necesidad de un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo”. Se pueden dividir en dos categorías [15]: requisitos funcionales (RF) y requisitos no funcionales (RN). Según el IEEE, los requisitos funcionales son “Requisitos que especifican una función que debe poder realizar un sistema o un componente de un sistema” [14], mientras que en los requisitos no funcionales se consideran aspectos sobre el propio sistema o un componente de un sistema [16], como definiciones del funcionamiento, limitaciones sobre el tiempo, herramientas, entre otros.

La fase de requisitos conlleva a la definición de las necesidades de todas las partes interesadas en el producto de *software* [17]. Esto implica establecer el comportamiento esperado del producto para abordar esas necesidades, así como identificar las limitaciones y recursos que influirán en el funcionamiento del producto de *software*.

Aquellas personas designadas para llevar a cabo la fase de requisitos deben realizar actividades de elicitación, análisis, especificación y validación de requisitos [17]. La fase de requisitos se inicia con la obtención de información de los interesados en el producto de *software* (elicitación), para comprender sus necesidades. Posteriormente, esta información se somete a una revisión detallada e inspección para convertirla en requisitos de *software*, al mismo tiempo que se identifican las limitaciones y recursos necesarios para el correcto funcionamiento del producto de *software* en el entorno previsto. Una vez completado este análisis, se inicia el proceso de documentación; la cantidad y tipo de documentos generados dependen del tamaño y complejidad del *software*. Finalmente, el o los documentos resultantes son evaluados para asegurar su precisión y correctitud. La validación de requisitos consiste en verificar que el documento de requisitos refleja con precisión la funcionalidad prevista del *software* y se ajusta a las expectativas del usuario. Este proceso garantiza que el ingeniero de *software* ha interpretado correctamente los requisitos y que estos se alinean con criterios de calidad [12], [13] (claros, coherentes, completos, no ambiguos, entre otros).

Existen diversas formas de llevar a cabo el proceso de validación, entre las cuales se incluyen inspecciones y revisiones. En el caso de las revisiones, es fundamental que un grupo de personas realice esta tarea, idealmente con distintos interesados en el sistema a desarrollar. Es posible que requieran una guía para esta actividad, como el uso de *Check-List*. Por otro lado, las inspecciones deben realizarse al concluir cualquier documento resultante de la fase de especificación.

1.2 Habilidades duras y blandas

Habilidades duras. También conocidas como habilidades técnicas, son competencias específicas y cuantificables que se adquieren a través de la educación formal, la formación y la experiencia práctica [18]. Estas habilidades son fundamentales para el desempeño de tareas técnicas y profesionales específicas, y se consideran el mínimo esencial en términos de conocimiento necesario para realizar un trabajo de manera competente [19]. Las habilidades duras son más fáciles de medir y evaluar, y suelen ser un requisito explícito en las descripciones de puestos de trabajo [20].

Habilidades blandas. También conocidas como habilidades socioemocionales o habilidades interpersonales, son competencias que facilitan la interacción y la comunicación efectiva con los demás [21]. Estas habilidades son cruciales en el ámbito personal, social y laboral, ya que abarcan aspectos que no se enseñan fácilmente en un aula y que son menos tangibles que las habilidades técnicas [20]. Las habilidades blandas se consideran indispensables para trabajar de manera efectiva en equipo, liderar proyectos y adaptarse a entornos cambiantes [22].

1.3 Roles de Belbin

La teoría de los roles de Belbin fue inicialmente documentada por el Dr. Meredith Belbin en 1993 en su obra “Team Roles at Work”, [11]. En este libro, Belbin presenta una estructura conceptual que identifica y define los distintos tipos de roles que pueden encontrarse en un equipo. Su investigación se enfoca en comprender cómo las personas interactúan y contribuyen de manera única a los procesos de trabajo en equipo. En esta obra, Belbin ofrece una descripción detallada de los roles fundamentales en equipos, que incluyen: investigador de recursos, cohesionador, coordinador, cerebro, monitor evaluador, especialista, impulsor, implementador, y finalizador (ver tabla 1).

Tabla 1. Descripción de roles de equipo Belbin

Rol de Belbin	Descripción
Cerebro	Creativo, imaginativo, poco ortodoxo. Resuelve problemas difíciles.
Investigador de recursos	Extrovertido, entusiasta, comunicativo. Explora las oportunidades. Desarrolla contactos.
Coordinador	Maduro, seguro, buen presidente. Clarifica los objetivos, promueve la toma de decisiones, delega bien.

Rol de Belbin	Descripción
Impulsor	Desafiante, dinámico, le gusta la presión. Tiene el empuje y el coraje para superar los obstáculos.
Monitor evaluador	Sobrio, estratégico, perspicaz. Ve todas opciones. Juzga con precisión.
Cohesionador	Cooperativo, afable, perspicaz, diplomático. Escucha, construye, evita las fricciones, calma las aguas.
Implementador	Disciplinado, fiable, conservador, eficiente. Convierte las ideas en acciones prácticas.
Finalizador	Metódico, concienzudo, ansioso. Busca errores y omisiones. Cumple a tiempo.
Especialista	Determinado, emprendedor, dedicado. Aporta conocimientos y habilidades.

1.4 Taxonomía de habilidades blandas

Mahasneh J. *et al.*, [23], propuso una taxonomía para definir grupos de habilidades blandas, que contienen diferentes habilidades blandas relacionadas entre sí. Algunos de los grupos de la taxonomía son: 1. comunicación, 2. pensamiento en el lugar del trabajo, 3. resolución de conflictos y negociación, 4. trabajo en equipos y habilidades de colaboración, 5. gestión del estrés, 6. profesionalidad en el lugar de trabajo, 7. productividad en el trabajo, 8. competencias éticas en el lugar de trabajo, 9. diversidad en el lugar de trabajo, 10. planificación y organización, 11. autointeligencia, 12. inteligencia social. Esta taxonomía se tomó como base para crear el modelo propuesto.

2. MODELO PROPUESTO

En esta sección se presenta el método que se propone, el cual responde a la necesidad de un enfoque sistemático para la formación de equipos en la validación de requisitos de *software* en ingeniería de *software*, que combine habilidades técnicas y blandas. El modelo sugiere un marco estructurado para formar equipos equilibrados y eficaces, especialmente en la fase de requisitos, superando los enfoques empíricos tradicionales.

2.1 Metodología

El modelo propuesto integra la taxonomía de habilidades blandas de Mahasneh *et al.*, [23], con los roles de Belbin para formar equipos adecuados. El proceso consta de cuatro etapas:

- 1. Extracción de habilidades blandas para cada habilidad.** En este proceso se revisó la descripción de las actividades en la fase de requisitos descritas en el SWEBOK. Posteriormente, se extrajeron de ellas las habilidades blandas. En la tabla 2 se puede apreciar la extracción de habilidades blandas para cada actividad.

Tabla 2. Grupos de habilidades blandas extraídas de las actividades definidas en el SWEBOK

Actividad	Habilidades blandas extraídas
Elicitación	Comunicación, capacidad analítica y de resolución de problemas, conocimiento del dominio/área, atención al detalle, habilidades interpersonales, flexible y adaptable, organización.
Análisis	Capacidad analítica y de resolución de problemas, conocimiento del dominio/área, atención al detalle, habilidades técnicas, comunicación, habilidades interpersonales.
Especificación	Capacidad analítica y de resolución de problemas, atención al detalle, negociación, comunicación, conocimiento del dominio/área, habilidades técnicas, habilidades interpersonales.
Validación	Habilidades de comunicación, pensamiento en el lugar de trabajo, inteligencia social, trabajo en equipo y habilidades de colaboración, resolución de conflictos y negociación, gestión del estrés, planificación y organización.

2. Extracción de habilidades blandas para cada rol de Belbin. Este proceso consistió en relacionar cada habilidad blanda de cada rol Belbin con las habilidades de la taxonomía de Mahasneh *et al.* Véase la tabla 3.

Tabla 3. Habilidades de los roles de acuerdo con la taxonomía

Rol de Belbin	Habilidades blandas	Habilidades de la taxonomía
Cerebro	Creativo, imaginativo, poco ortodoxo. Resuelve problemas difíciles.	Productividad en el trabajo (7) (creatividad, innovación, espíritu emprendedor), pensamiento en el lugar de trabajo (2) (resolución de problemas, pensamiento conceptual, razonamiento).
Investigador de recursos	Extrovertido, entusiasta, comunicativo. Explora las oportunidades. Desarrolla contactos.	Inteligencia social (12) , comunicación (1) (comunicación auditiva, grupo de comunicación (1), autointeligencia (11) (entusiasmo), productividad en el trabajo (7) (competencias empresariales, espíritu empresarial).
Coordinador	Maduro, seguro, buen presidente. Clarifica los objetivos, promueve la toma de decisiones, delega bien.	Autointeligencia (11) (autoconfianza, autodirección), trabajo en equipo y habilidades de colaboración (4) (delegación), profesionalismo en el lugar de trabajo (6) (promueve el buen gobierno, responsabilidad), planificación y organización (10) (fijación y gestión de objetivos), pensamiento en el lugar de trabajo (2) (tomador de decisiones).
Impulsor	Desafiante, dinámico, le gusta la presión. Tiene el empuje y el coraje para superar los obstáculos.	Gestión del estrés (5) (capacidad para hacer frente a la presión, hacer frente a la complejidad, resiliencia), autointeligencia (entusiasmo, actitud positiva, autodirección).
Monitor evaluador	Sobrio, estratégico, perspicaz. Ve todas opciones. Juzga con precisión.	Pensamiento en el lugar de trabajo (2) (pensamiento sistémico, pensamiento analítico, toma de decisiones, razonamiento), profesionalidad en el lugar de trabajo (6) (análisis del trabajo), planificación y organización (10) (planificación estratégica).
Cohesionador	Cooperativo, afable, perspicaz, diplomático. Escucha, construye, evita las fricciones, calma las aguas.	Trabajo en equipo y habilidades de colaboración (4) (capacidad de cooperación, trabajo en equipo), pensamiento en el lugar de trabajo (2) (pensamiento analítico), comunicación (1) (comunicación auditiva), resolución de conflictos y negociación (3) (gestión de conflictos, mediación, negociación), inteligencia social (12) (habilidades sociales, diplomacia).

Rol de Belbin	Habilidades blandas	Habilidades de la taxonomía
Implementador	Disciplinado, fiable, conservador, eficiente. Convierte las ideas en acciones prácticas.	Productividad en el trabajo (7) (control de la productividad), competencias éticas en el lugar de trabajo (8) (disciplinado, fiabilidad, responsabilidad), profesionalidad en el lugar de trabajo (tener un enfoque práctico, participar en proyectos y tareas, responsabilidad), planificación y organización (10) (fijación y gestión de objetivos, capacidad para gestionar tareas).
Finalizador	Meticuloso, concienzudo, ansioso. Busca errores y omisiones. Cumple a tiempo.	Productividad en el trabajo (7) (concienciación), planificación y organización (10) (gestión del tiempo), pensamiento en el lugar de trabajo (2) (pensamiento sistémico, pensamiento crítico).
Especialista	Determinado, emprendedor, dedicado. Aporta conocimientos y habilidades.	Productividad en el trabajo (7) (espíritu emprendedor), profesionalidad en el lugar de trabajo (6) (enfoque, compromiso con la organización), trabajo en equipo y habilidades de colaboración (4) (enseñar a los demás), autointeligencia (autodirección), inteligencia social (gestión de las relaciones).

3. Mapeo de los roles de Belbin con cada tarea de la fase de requisitos. Comparación de habilidades blandas requeridas para la actividad de validación con las ofrecidas por los roles de Belbin.

La disposición de la tabla 4 es la siguiente: en la primera columna, de izquierda a derecha, se presenta el nombre de la actividad necesaria para la fase de requisitos. La segunda columna muestra las habilidades blandas de la taxonomía de habilidades blandas correspondientes a esa actividad. Por otro lado, en la tercera columna se incluye una tabla que enumera los roles de Belbin, y junto a cada nombre de rol se encuentra la columna “Coincidencias”. Esta columna indica el número de grupos de habilidades que comparten con el rol de Belbin.

Por ejemplo, en la actividad de “Validación”, de todas las habilidades blandas, el rol de “Cerebro” solo comparte una, que es “Pensamiento en el lugar de trabajo (2)”, por lo que el número de coincidencias es tres de sesenta y seis, correspondiente al número total de subhabilidades blandas de cada habilidad suave de la taxonomía. En cuanto a la columna “Porcentaje”, representa el número total de habilidades que posee un rol; en este caso, el rol de “Cerebro” tiene una habilidad. De esta manera, la columna “Porcentaje” describe el porcentaje de coincidencias del rol “Cerebro” para la actividad de “Validación”, la cual es del 4.41%.

Al considerar el mayor porcentaje de coincidencias, se busca tener el mayor número de habilidades blandas necesarias para la actividad de validación de la fase de requisitos. De esta manera, el equipo tendrá la mayor cantidad de habilidades blandas posibles para desarrollar esta actividad.

Tabla 4. Mapeo de las actividades y los roles de Belbin para la actividad de validación

Actividad	Grupos de habilidades de la taxonomía	Roles de Belbin			
		Nombre	Coincidencias	Porcentaje	
Validación	<ul style="list-style-type: none"> •Habilidades de comunicación •Pensamiento en el lugar de trabajo •Inteligencia social •Trabajo en equipo y habilidades de colaboración •Resolución de conflictos y negociación •Gestión del estrés •Planificación y organización •68 habilidades en total 	Cerebro	Pensamiento en el lugar de trabajo	3/68: 4.41%	
		Investigador de recursos	Inteligencia social	13	
			Comunicación	5	
					26.47%
		Coordinador	Trabajo en equipo y habilidades de colaboración	4/68: 5.88 %	
		Impulsor	Gestión del estrés	3/68: 4.41%	
		Monitor evaluador	Pensamiento en el lugar de trabajo	3	
			Planificación y organización	1	
					4/68: 5.88%
		Cohesionador	Trabajo en equipo y habilidades de colaboración	Trabajo en equipo y habilidades de colaboración	15
				Pensamiento en el lugar de trabajo	1
				Comunicación	1
				Resolución de conflictos y negociación	5
				Inteligencia social	2
			35.29%		
Implementador	Planificación y organización	3/68 4.41%			
Finalizador	Pensamiento en el lugar de trabajo	Planificación y organización	2		
		Inteligencia social	1		
			4.41%		
Especialista (el instrumento no lo detecta)	Trabajo en equipo y habilidades de colaboración	Trabajo en equipo y habilidades de colaboración	2/68 : 2.94%		
		Inteligencia social			

4. Formación de equipos. Selección de roles compatibles y con altos porcentajes de coincidencia para construir equipos efectivos, considerando el tamaño y las características del grupo de estudiantes.

Paso 1: Tamaño de equipos. Se ha optado por equipos pequeños debido a sus beneficios [24]. Se formaron 6 equipos de 3 integrantes y 1 equipo de 2 integrantes, a partir de un total de 41 estudiantes.

Paso 2: Detección de roles de Belbin. Se utilizó un cuestionario para identificar los roles de Belbin entre los estudiantes [25], excluyendo el rol de especialista que no se detecta con el cuestionario.

Paso 3: Construcción de equipos. Se construyeron los equipos basándose en la compatibilidad de roles y en los mayores porcentajes de coincidencia para la fase de validación, considerando la ausencia de los roles de cerebro y especialista. Al considerar el mayor porcentaje de coincidencias, se busca tener el mayor número de habilidades blandas necesarias para la actividad de validación de la fase de requisitos. De esta manera, el equipo tendrá la mayor cantidad de habilidades blandas posibles para desarrollar esta actividad.

Paso 4: Desarrollo de documentos. Se elaboraron dos documentos de especificación de requisitos de *software* (ERS) y una lista de cotejo de validación con cinco criterios de calidad (ver anexos). Cada requisito se califica entre -10 y 10 puntos, según el cumplimiento de los criterios establecidos.

El modelo busca optimizar la composición de equipos mediante un enfoque estructurado y basado en evidencia, con lo que se mejora la calidad de la validación de requisitos.

3. EXPERIMENTACIÓN

En esta sección se presentan las diferentes etapas que se siguieron en la experimentación.

3.1 Diseño experimental

Planificación. Se realizará un estudio exploratorio para evaluar la efectividad del modelo basado en los criterios de calidad de los requisitos de *software*: claridad, ambigüedad, factibilidad, consistencia interna y evaluabilidad. Se medirá si los equipos formados según el modelo muestran una mejora en la valoración de estos criterios, comparados con equipos aleatorios. La variable dependiente será la puntuación asignada por los equipos a cada criterio.

Factor y tratamientos. El factor considerado en la experimentación es el modelo propuesto para construir los equipos de trabajo. Por otro lado, los dos tratamientos tomados en cuenta para este experimento fueron:

- Equipos contruidos (EC): equipos conformados por 2 a 3 integrantes, contruidos con base en el modelo propuesto.
- Equipos aleatorios (EA): equipos conformados por 2 a 3 integrantes, contruidos de forma aleatoria.

Hipótesis y variables.

A continuación se presentan las suposiciones consideradas en este estudio.

- **Comprensibilidad:**

H0₁: La mediana de la comprensibilidad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* es igual a la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

H1₁: La mediana de la comprensibilidad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* difiere de la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

- **Inambigüedad:**

H0₂: La mediana de la inambigüedad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* es igual a la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

H1₂: La mediana de la inambigüedad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* difiere de la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

- **Factibilidad:**

H0₂: La mediana de la factibilidad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* es igual a la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

H1₂: La mediana de la factibilidad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* difiere de la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

- **Consistencia interna:**

H0₂: La mediana de la consistencia interna valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* es igual a la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

H1₂: La mediana de la consistencia interna valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* difiere de la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

- **Verificabilidad:**

H0₂: La mediana de la verificabilidad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* es igual a la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

H12: La mediana de la verificabilidad valorada por los EA en la evaluación de requisitos funcionales de *software* difiere de la media de la comprensibilidad valorada por los EC.

Escenario experimental. Cada equipo validará requisitos funcionales descritos en dos especificaciones de requisitos (ERS) diferentes, utilizando una lista de cotejo con preguntas respondidas en una escala. Se evaluará la calidad de los requisitos en función de criterios establecidos.

Diseño experimental. Se usará un diseño experimental factorial con una variable (modelo de formación de equipos) y dos tratamientos (EC y EA). Las métricas de calidad de los requisitos son las variables dependientes.

Análisis estadístico. Se realizará un análisis descriptivo seguido de pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney) para determinar diferencias significativas entre los equipos EC y EA en términos de calidad de los requisitos.

3.2 Ejecución del experimento

Participantes. Se utilizó un cuestionario para identificar los roles de Belbin entre 40 estudiantes, excluyendo los roles de especialista y cerebro. Se formaron 14 equipos, 7 EC y 7 EA, con una distribución equitativa de roles.

Sujetos experimentales. Se excluyeron los roles no identificados (investigador de recursos, cerebro y especialista). Se formaron equipos con los roles disponibles, distribuidos en dos grupos: uno basado en la compatibilidad de roles y otro aleatorio.

Sesión experimental. Los participantes recibieron instrucciones sobre la validación de requisitos y tuvieron una semana para completar la evaluación. Los resultados se consolidaron en un promedio de los dos ERS para cada criterio de calidad, y proporcionaron datos para el análisis.

3.3 Análisis descriptivo e inferencial

En esta sección se presenta el análisis, tomando como base la estadística descriptiva e inferencial.

- **Comprensibilidad**

Análisis descriptivo. Tal como se observa en la tabla 5, los equipos EC tienen una media más alta y menor dispersión en las valoraciones de comprensibilidad si se comparan con los equipos EA. La desviación estándar y el rango son

significativamente mayores en los equipos EA, lo que indica una mayor variabilidad en sus valoraciones.

Tabla 5. Análisis descriptivo del criterio de calidad comprensibilidad

Factor	#	Media	Desviación estándar	Min.	Máx.	Rango
EC	7	19.60	1.79	18.0	22.87	4.87
EA	7	15.82	6.65	3.27	21.5	18.22

Análisis inferencial. El p-valor (0.442785) es mayor que 0.05, por lo que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los equipos EC y EA en términos de comprensibilidad.

• Consistencia

Análisis descriptivo. Los equipos EA tienen una media de consistencia más alta y menor dispersión si se comparan con los equipos EC, tal y como se observa en la tabla 6. La desviación estándar y el rango son más amplios en los equipos EC, lo cual refleja una mayor variabilidad en las valoraciones de consistencia.

Tabla 6. Análisis descriptivo del criterio de calidad consistencia

Factor	#	Media	Desviación estándar	Min.	Máx.	Rango
EC	7	29.92	21.08	0	52.0	52.0
EA	7	38.64	5.74	30.5	46.5	16.0

Análisis Inferencial. El p-valor (0.609277) es mayor que 0.05, por lo que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los equipos EC y EA en términos de consistencia.

• Factibilidad

Análisis descriptivo. Haciendo referencia a la tabla 7, las medias de factibilidad son muy similares entre los equipos, pero los equipos EC muestran una mayor dispersión y rango en las valoraciones si se comparan con los equipos EA, que tienen menor variabilidad.

Tabla 7. Análisis descriptivo del criterio de calidad factibilidad

Factor	#	Media	Desviación estándar	Min.	Máx.	Rango
EC	7	23.48	2.63	19.5	28.0	8.5
EA	7	23.75	0.43	23.0	24.0	1.0

Análisis inferencial. El p-valor (0.831904) es mayor que 0.05, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en las valoraciones de factibilidad entre los equipos EC y EA.

• Inambigüedad

Análisis descriptivo. Los equipos EC tienen una media de inambigüedad más alta y menor variabilidad en comparación con los equipos EA, que muestran una mayor dispersión y un rango ligeramente más amplio en sus valoraciones, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Análisis descriptivo del criterio de calidad inambigüedad

Factor	#	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.	Rango
EC	7	12.78	7.14	1.0	23.0	22.0
EA	7	8.14	9.59	-4.5	18.5	23.0

Análisis inferencial. El p-valor (0.608488) es mayor que 0.05, por lo que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los equipos EC y EA en términos de inambigüedad.

• Verificabilidad

Análisis descriptivo. Los equipos EA tienen una media de verificabilidad más alta y menor dispersión si se comparan con los equipos EC, que presentan una mayor variabilidad y un rango más amplio en sus valoraciones (ver tabla 9).

Tabla 9. Análisis descriptivo del criterio de calidad verificabilidad

Factor	#	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.	Rango
EC	7	14.64	11.48	-4.25	24.0	28.25
EA	7	17.62	6.15	6.25	23.5	17.25

Análisis inferencial. El p-valor (0.442785) es mayor que 0.05, lo cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en las valoraciones de verificabilidad entre los equipos EC y EA.

4. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

En el análisis del experimento no se encontraron diferencias significativas entre los factores EC y EA para cada criterio de calidad. Esto sugiere que, bajo las condiciones del estudio, ambos factores tienen un impacto similar. Las posibles razones para la falta de diferencias significativas incluyen limitaciones en el trabajo en equipo. La colaboración no presencial y la familiaridad entre compañeros del mismo salón pudieron haber influido en los resultados, y el control de estos factores en un entorno más uniforme y supervisado podría haber sido beneficioso. También se identificaron limitaciones de tiempo, ya que la falta de él para desarrollar dinámicas efectivas de equipo pudo haber afectado los resultados, y la implementación de actividades adicionales para la

integración de los miembros del equipo podría haber mejorado los resultados. Otro aspecto para considerar es el tamaño de la muestra. La muestra pequeña y el número limitado de integrantes en los equipos restringen la generalización de los resultados, por lo que utilizar una muestra más amplia podría haber ofrecido una representación más precisa. Además, se reconocen limitaciones en el alcance, puesto que aunque no se encontraron diferencias significativas en la calidad, el clima laboral podría haber sido diferente, y evaluar el clima laboral en estudios futuros puede proporcionar información adicional. La dificultad de la tarea también se mencionó, ya que esta pudo haber sido demasiado fácil y haber dificultado la detección de diferencias significativas; asignar una tarea más desafiante podría haber sido útil. Además, se identificaron limitaciones en la detección de roles; en este estudio se confió en el cuestionario de detección de roles de Belbin como medio para asignarles tales roles a los sujetos de experimentación. Sin embargo, aunque los resultados fueron considerados válidos, otras pruebas podrían complementar los resultados obtenidos del cuestionario. Por último, se resalta la falta de opiniones de expertos, puesto que la falta de validación por parte de expertos en psicología e ingeniería de *software* a causa de limitaciones de tiempo y recursos pudo haber afectado la calidad del modelo propuesto.

Para futuros estudios se recomienda controlar riesgos y mejorar la integración, formando e integrando los equipos con suficiente tiempo y mediante dinámicas colaborativas previas a la experimentación; validar el modelo con expertos mediante consultas a profesionales para aprobar la extracción de habilidades y mejorar la calidad del modelo; utilizar una muestra más grande y diversa, lo que permitirá obtener resultados más representativos y generalizables; evaluar el ambiente de trabajo, considerando el clima laboral y las dinámicas internas del grupo para una comprensión más completa del impacto de los factores estudiados; y mejorar el control experimental, asegurando condiciones más vigiladas que permitirán atribuir resultados de manera más precisa a los factores estudiados. Estas recomendaciones y reflexiones servirán para mejorar la calidad y validez de futuras investigaciones en este campo.

REFERENCIAS

- [1] A. Chakraborty, M. K. Baowaly, A. Arefin, and A. Bahar, “The Role of Requirement Engineering in Software Development Life Cycle,” 2012.
- [2] J. McManus, “A stakeholder perspective within software engineering projects,” 2004 IEEE International Engineering Management Conference (IEEE Cat. No.04CH37574), vol. 2, pp. 880–884, 2004, doi: 10.1109/IEMC.2004.1407508.
- [3] M. Farhangian, M. K. Purvis, M. Purvis, and B. T. R. Savarimuthu, “Modeling team formation in self-assembling software development teams,” Proceedings of the International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, AAMAS, pp. 1319–1320, 2016.

- [4] A. R. Gilal, J. Jaafar, S. Basri, M. Omar, and M. Z. Tunio, "Making programmer suitable for team-leader: Software team composition based on personality types," 2015 International Symposium on Mathematical Sciences and Computing Research, iSMSC 2015 - Proceedings, pp. 78–82, Oct. 2016, doi: 10.1109/ISMSC.2015.7594031.
- [5] T. L. Lewis and W. J. Smith, "Building software engineering teams that work: The impact of dominance on group conflict and performance outcomes," Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2008, doi: 10.1109/FIE.2008.4720498.
- [6] A. Alshamrani and A. Bahattab, "A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model", Accessed: Jul. 07, 2023. [Online]. Available: www.IJCSI.org
- [7] R. A. Aguilar Vera, J. C. Díaz Mendoza, M. A. Muñoz-Mata, and J. P. Ucán Pech, "Influence of Belbin's Roles in the Quality of the Software Requirements Specification Development by Student Teams," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1071, pp. 91–101, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-33547-2_8/COVER.
- [8] A. A. Aguilera-Güemez, J. P. Ucán-Pech, and R. A. Aguilar-Vera, "Explorando la influencia de los roles de Belbin en la calidad del código generado por estudiantes en un curso de ingeniería de software," *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 12, no. 23, p. 93, Jan. 2017, doi: 10.26507/REI.V12N23.742.
- [9] N. Rosado, A. Agüileta, R. Aguilar y J. Ucán, "Composición de Equipos en las Fases de Desarrollo de la Ingeniería de Software: Un Mapeo Sistemático," *Abstraction and Application*, Mérida, 2023.
- [10] P. Bourque and R. Fairley, "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge SWE-BOK® A Project of the IEEE Computer Society," Piscataway, 2014.
- [11] R. M. Belbin, "Team roles at work," p. 153, 2010.
- [12] "UNIDAD 6. EL PROCESO DE ANÁLISIS," Madrid.
- [13] S. Lauesen, *Software Requirements, Styles and Techniques*. Addison-Wesley, 2002.
- [14] IEEE, "IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology," Office, vol. 121990, no. 1, p. 1, 1990, doi: 10.1109/IEEESTD.1990.101064.
- [15] D. Jorge Horacio, "Explicitar Requisitos del Software usando Escenarios," 2009, Accessed: Jun. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/221235253>
- [16] Stellman, A., and Greene, J., *Applied Software Project Management*, O'Reilly Media, Inc., 2005.
- [17] K. E. Wiegers and J. Beatty, *Software requirements*, 3rd ed. Pearson Education, 2013.
- [18] J. Lamri and T. Lubart, "Reconciling Hard Skills and Soft Skills in a Common Framework: The Generic Skills Component Approach," *Journal of Intelligence* 2023, Vol. 11, Page 107, vol. 11, no. 6, p. 107, Jun. 2023, doi: 10.3390/JINTELLIGENCE11060107.

- [19] L. M. Spencer y S. M. Spencer, *Competencia en el trabajo: modelos para un rendimiento superior*. Wiley, 1993.
- [20] T. Bishop, “The Hard Truth about Soft Skills,” *Muma Business Review*, vol. 1, 2017.
- [21] K. Kechagias, *Teaching and assessing soft skills*, no. September. 1st Second Chance School of Thessaloniki (Neapolis), 2011.
- [22] C. Palumbo, “Soft Skills and Job Satisfaction: Two Models in Comparison,” *Article in Universal Journal of Psychology*, vol. 1, no. 3, pp. 103–106, 2013, doi: 10.13189/ujp.2013.010303.
- [23] J. Mahasneh, W. Thabet, and J. Khalaf Mahasneh, “Developing a Normative Soft Skills Taxonomy for Construction Education,” *J. Civil Eng. Architect. Res*, vol. 3, no. 5, pp. 1468–1486, 2016, Accessed: Jul. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/327350993>
- [24] B. Boehm, A. Egyed, J. Kwan, D. Port, A. Shah, and R. Madachy, “Using the WinWin Spiral Model: A Case Study,” *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 31, no. 7, pp. 33–44, 1998.
- [25] R. M. Belbin, *Team roles at work*. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 1993. Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/Team_Roles_at_Work.html?id=tPGpQgAACAAJ

Anexos:

<https://alumnosuady-my>.

sharepoint.com/:f:/g/personal/a15001585_alumnos_uady_mx/Eqj7

Nt72hLBFquav82SREcsBVk70xHSFgU6eL3jVZvO2ww?e=R3LPyR



Open Access: This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License, which allows non-commercial use, distribution, and reproduction with proper credit to the author and source, without modifications. Third-party material is included under the same license unless otherwise stated. For uses beyond this license, permission must be obtained from the copyright holder.

© The Author(s) 2025 - <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>