



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Modelo sistémico integrado para la gamificación de procesos de selección de personal con
alta demanda y poca oferta**

Johnatan Alonso Taborda Zapata

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Ingeniería

Seleccione tipo de orientador(es)

Oscar Ortega Lobo, Doctor (PhD) en Ciencias de la Computación

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería
Medellín, Antioquia, Colombia
2025



Cita

(Taborda Zapata, 2025)

Referencia

Taborda Zapata, J. A. (2025). *Modelo sistémico integrado para la gamificación de procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta* [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Maestría en Ingeniería , Cohorte XXXVIII.

Grupo de Investigación. Ingeniería y Tecnologías de las Organizaciones y de la Sociedad (ITOS)

Centro de Investigación Ambientales y de Ingeniería (CIA).

Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.



MODELO SISTÉMICO INTEGRADO PARA LA GAMIFICACIÓN DE PROCESOS DE SELECCIÓN DE PERSONAL CON ALTA DEMANDA Y POCA OFERTA

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2. CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE

2.1. Marco conceptual

2.2. Estado del arte

2.2.1. Definición de las preguntas de investigación y los criterios de inclusión y exclusión de los estudios.

¿Cuáles son algunos antecedentes de la gamificación en proceso de selección?

2.2.2. Búsqueda sistemática de fuentes de información relevantes o definidas según criterios.

2.2.3. Selección, revisión y lectura de los estudios identificados.

2.2.4. Análisis de los resultados de contenido relevante a través de un enfoque temático.

2.2.5. Síntesis de los hallazgos

2.2.5.1. Caracterización de procesos de selección

2.2.5.2. Antecedentes del uso de la gamificación o procesos similares en la selección de personal.

2.2.5.3. Métodos, procesos o herramientas para gamificar un proceso de selección

2.2.5.4. Evaluación de un proceso gamificado

3. CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN



3.1. Diseño de un modelo para gamificar procesos de selección de personal

3.1.1. Metodología

3.1.2. Objetivos

3.1.2.1. General

3.1.2.2. Específicos

3.1.3. Esquema metodológico

3.1.4. Técnicas y herramientas utilizadas

3.1.4.1. Estudio de caso

3.1.4.2. Modelado por Dinámica de Sistemas (DS)

3.1.4.3. Modelado de Ontologías

3.1.4.4. Análisis sistémico (Godet)

3.1.4.5. Modelo de evaluación de ontologías OQuaRE

3.1.5. Productos y resultados esperados

3.2. Modelo para gamificar procesos de selección de personal

3.2.1. Soporte conceptual del modelo

3.2.1.1. Teoría de personalidad Marston

3.2.1.2. Modelo de perfiles de jugadores de Bartle

3.2.1.3. Asociación de elementos de gamificación

3.2.1.4. Relación conceptual

3.2.2. Descripción del modelo

3.2.2.1. Caracterización

3.2.2.2. Definición

3.2.2.3. Identificación

3.2.2.4. Asociación

3.2.2.5. Incorporación

3.2.2.6. Evaluación



[3.2.2.7. Entradas y salidas del modelo](#)

[3.2.2.8. Representación gráfica del modelo](#)

[4. CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN](#)

[4.1. ¿Cómo funcionan los componentes del modelo? - Pruebas unitarias](#)

[4.1.1. Flujo](#)

[4.1.2. Pruebas instrumentales](#)

[4.1.2.1. Modelo de dinámica de sistemas](#)

[4.1.2.2. Modelo de ingeniería ontológica](#)

[4.2. ¿Cómo funciona el modelo? - Pruebas integradas](#)

[4.2.1. Estudio de caso.](#)

[4.2.1.1. Procedimiento realizado](#)

[4.2.1.2. Resultados de la aplicación en un caso de estudio](#)

[4.2.1.3. Aprendizajes](#)

[4.3. ¿Cuáles son los resultados y/o impactos del modelo? - Aportes a la solución del problema](#)

[4.3.1. Aportes en el contexto general de la selección de personal](#)

[4.3.2. Aportes en el contexto específico de la E-Fintech](#)

[4.3.2.1. Satisfacción](#)

[4.3.2.2. Motivación](#)

[4.3.2.3. Tiempo](#)

[4.4. ¿Cuál fue el grado de alcance de los objetivos?](#)

[5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO](#)

[5.1. Reflexiones finales](#)

[5.1.1. Conclusiones derivadas del proceso](#)



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

[5.1.2. Conclusiones derivadas de la evaluación y los resultados](#)

[5.1.3. Aportes en los procesos de selección de personal](#)

[5.2. Perspectiva futura](#)

[REFERENCIAS](#)

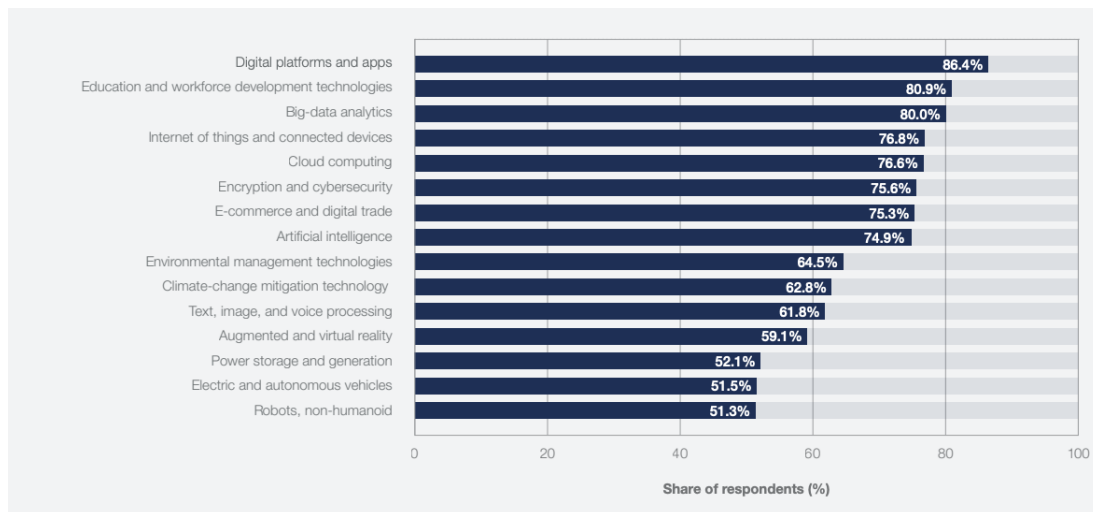


1. CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria tecnológica contemporánea está caracterizada por un desarrollo constante y representa una de las industrias más prometedoras y con mayor proyección y crecimiento a futuro (Mendoza, 2021). Es por esto que la disponibilidad de productos tecnológicos en el mercado se ha incrementado drásticamente, lo que ha proporcionado a las sociedades actuales una amplia gama de opciones para elegir los dispositivos y las herramientas que mejor se adapten a sus necesidades específicas. Un ejemplo destacado de esta tendencia es la creación de sitios web, que ha experimentado un crecimiento significativo y se ha convertido en uno de los formatos y medios más utilizados para la generación y transmisión de información y conocimiento (Acosta & Sanafria, 2022). Según el *Internet World Statistics*, el número de usuarios de Internet a nivel mundial alcanzó aproximadamente los 2,500 millones, lo que representa cerca de un tercio de la población mundial. Entre el año 2000 y 2012, el crecimiento promedio global de Internet fue del 566%, con mayores aumentos en África, Medio Oriente y América Latina/Caribe (Alsamarrai et al., 2015). Estas cifras muestran una tendencia que refleja un crecimiento considerable en la penetración de Internet y tecnología en el mundo.

Figura 1:

Crecimiento de las tecnologías prioritarias





Nota: Tomado de Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi (2023)

La gráfica anterior muestra las tecnologías en crecimiento que las empresas consideran prioritarias, comenzando por las plataformas y aplicaciones digitales, que lideran con un 86.4% de las respuestas, destacándose como esenciales en la mayoría de las organizaciones. Les siguen las tecnologías de educación y desarrollo de la fuerza laboral, así como el análisis de big data, ambas con una relevancia superior al 80%. (Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi, 2023).

Otras tecnologías importantes son el Internet de las cosas y los dispositivos conectados (76.8%) y la computación en la nube (76.6%), que mantienen una fuerte presencia en las prioridades empresariales. A estas les siguen el cifrado y la ciberseguridad (75.6%), el comercio electrónico y digital (75.3%) y la inteligencia artificial (74.9%). Las tecnologías relacionadas con la gestión ambiental y la mitigación del cambio climático, aunque con porcentajes ligeramente menores (64.5% y 62.8%, respectivamente), siguen siendo relevantes para un número considerable de empresas. En la parte inferior de la lista, pero todavía relevantes, están la realidad aumentada y virtual (59.1%), el almacenamiento y generación de energía (52.1%), los vehículos eléctricos y autónomos (51.5%) y los robots no humanoides (51.3%). (Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi, 2023).

El aumento en la disponibilidad de productos tecnológicos no se limita a aquellos con una utilidad claramente definida. Los videojuegos, por ejemplo, cuya función es a veces social y culturalmente cuestionada, son un desarrollo tecnológico que principalmente satisface necesidades de entretenimiento y, a pesar de esto, su interés también viene incrementándose en los últimos años. Un análisis rápido del término "videogame" en *Google Trends* reveló un incremento en su popularidad a nivel mundial en los últimos 5 años. En una escala de 0 a 100, donde 0 representa una popularidad nula y 100 la máxima popularidad, la media actual ha superado el umbral de los 75 puntos, indicador que fue menos frecuente en años anteriores. El siguiente gráfico, muestra esta tendencia:

Figura 2:



Popularidad del concepto Videogame en Google Trends



Nota: Generado en Google Trends. Término de búsqueda Videogame

Este aumento en la producción y uso de la tecnología se puede atribuir a su capacidad para satisfacer una amplia variedad de necesidades humanas mediante una diversidad de productos y soluciones. Por ejemplo, en los videojuegos, los jugadores pueden satisfacer necesidades como el entretenimiento, la creatividad, la identidad y el afecto mediante una gran cantidad de juegos disponibles. Además, los juegos serios, como los educativos, históricos, sociales, políticos y de salud, pueden abordar necesidades relacionadas con el entendimiento, la protección, la participación y la identidad (Neef et. al., 1993). Esto sugiere que los videojuegos y los juegos en general pueden ser herramientas poderosas desde la perspectiva del análisis de las necesidades humanas. Esta idea se extiende también a una variedad de tecnologías de software, como las redes sociales, las aplicaciones y los sitios web; y a dispositivos como los productos móviles, las computadoras y los televisores inteligentes, entre otros (Neef et. al., 1993). Posiblemente, por estas razones y otras, los juegos han sido llevados a otros contextos como la educación, los procesos empresariales (Smith, 2020) y la salud (Johnson & Brown, 2016). Algunas formas en las que esto ha pasado en los últimos años han sido por medio de los juegos serios, los videojuegos y la gamificación.

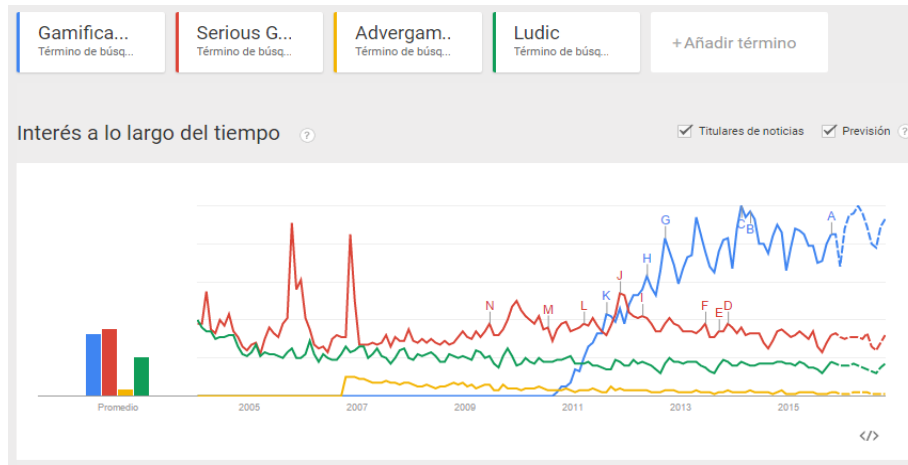
Esta última, ha sido desarrollada con el fin de aprovechar las características de los juegos y su potencial de generar compromiso y motivación, aplicándolo en procesos “no lúdicos” (Zicherman, 2011). Su uso, al igual que el de los juegos y videojuegos viene en aumento y, siendo un fenómeno emergente con menos de dos décadas de investigación y aplicación constante, despierta, según



algunas fuentes, un interés elevado, inclusive por encima de los juegos. Esto puede apreciarse en el gráfico 2, el cual muestra el interés del concepto a lo largo del tiempo según *Google Trends*.

Figura 3:

Interés en el tiempo del concepto Gamificación en Google Trends



Nota: Generado en Google Trends. Término de búsqueda: Gamificación.

Ahora bien, como se ha mencionado la aplicación de los juegos serios y la gamificación ha sido amplia. En las empresas se han aplicado en: el mejoramiento de la actividad productiva y en las operaciones (Aziz, Mushtaq & Anwar, 2017), en la formación y capacitación de empleados (Mloza & Scholtz, 2017), en las ventas y la comercialización de productos y servicios (Toribio & Robles, 2021), y en los procesos de gestión humana, incluyendo la selección de personal (Aldabán et al, 2016; Aldabán et al, 2018; Joachim y Kupka, 2013; Korn et al., 2017; Cervera et al., 2018).

En esta última, resulta particularmente útil conocer su incidencia y capacidad para reducir parte de los problemas que el avance de la tecnología y el aumento de la producción de artefactos han creado para las empresas. Por ejemplo, muchas enfrentan desafíos significativos en la atracción y retención de talento humano (Guerra, Danvila & Méndez, 2023), debido a la globalización, la competencia industrial y los nuevos panoramas laborales de las generaciones alfabetizadas digitalmente (Mazlan & Jambulingam, 2023) y, en consecuencia, generan afectaciones en la productividad laboral, la eficiencia y eficacia (Chiavenato, 2011; Cerón, 2020).



Aunado a esto, se incluyen las empresas existentes y se suma la continua aparición de nuevas empresas de tecnología, lo que origina un problema de gran interés y es el movimiento y desplazamiento del talento humano a causa de las necesidades de la sociedad y las industrias. En el *Future Jobs Report* se muestra que entre 2023 y 2027 se crearán millones de empleos relacionados con tecnología (Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi, 2023).

En la figura 4 se muestra el panorama del surgimiento de nuevos empleos y de la pérdida de actividades que van quedando rezagadas. Se puede observar los empleos creados, los reemplazados y el crecimiento o la disminución neta.

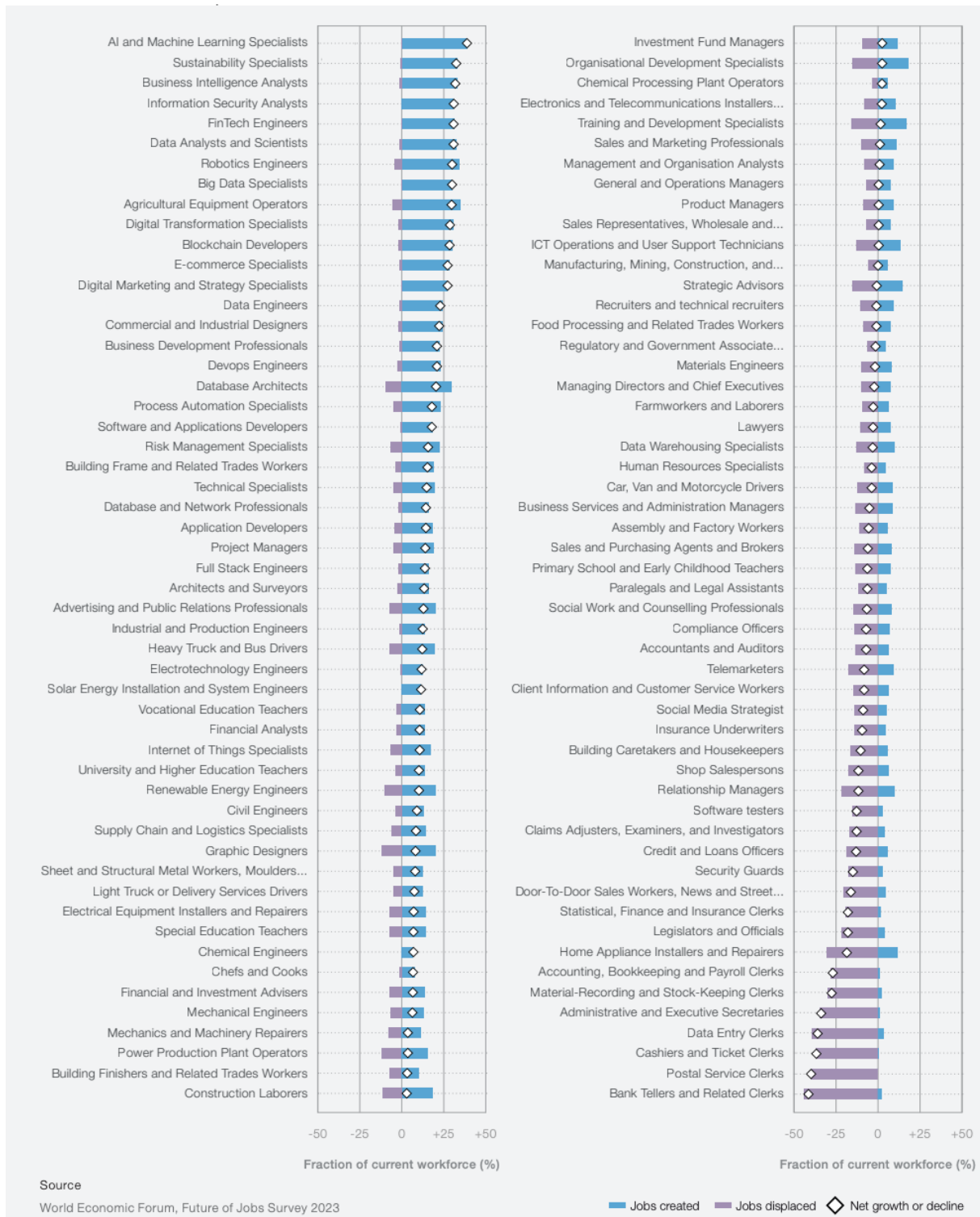
Con todo lo anterior, dicho incremento ha creado un desbalance entre la cantidad de profesionales requeridos y la cantidad de personal calificado para ocupar las vacantes existentes (Duque, 2021, Abudinen, 2020, Cámara de Comercio de Bogotá, 2019; RutaN, 2020; en Clavijo, Dorantes, Rodríguez, de Jesús & Molano, 2021). Como ejemplo, las empresas multinacionales con operaciones en Colombia también se ven afectadas por esta situación. De acuerdo con el estudio sobre la brecha de talento digital en Colombia (2015) elaborado por FEDESOFIT y MinTIC (Figura 5), que presenta tanto estadísticas descriptivas como predictivas, se estima que para el año 2025 la brecha acumulada de talento humano alcanzará los 161,585 profesionales en un escenario probable.

La disparidad entre la demanda y la oferta de profesionales en el sector tecnológico, que representa un desafío tanto a nivel global como local, impulsa a las empresas multinacionales y locales a competir por talento humano especializado y a desarrollar estrategias innovadoras para atraer y retener personal. Además, se debe considerar que gran parte de la mano de obra disponible, aunque puede tener conocimientos especializados, carece de competencias integrales debido a que su formación se ha centrado en capacitaciones específicas de corta duración, muy populares hoy en día, o porque aún no han completado su educación superior (Romero et. al., 2019)

Figura 4:



Comparativa trabajos nuevos vs trabajos antiguos entre 2023 y 2027

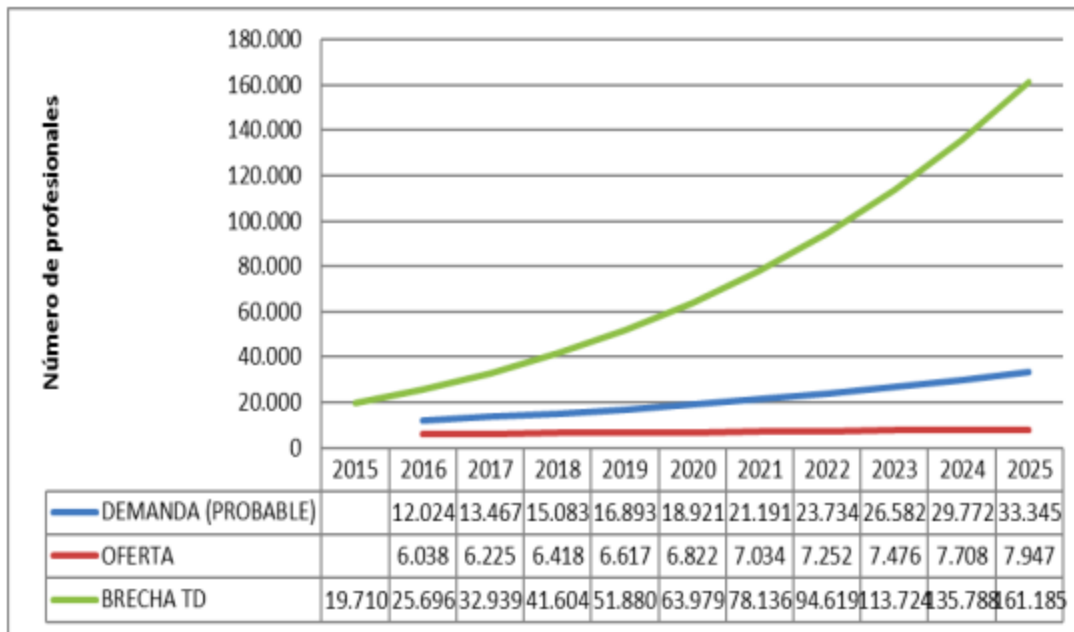


Nota: Tomado de Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi (2023)



Figura 5:

Tamaño de la brecha de talento digital 2015-2025, escenario probable



Nota: Tomado de MinTIC y FEDESOFTE (2015)

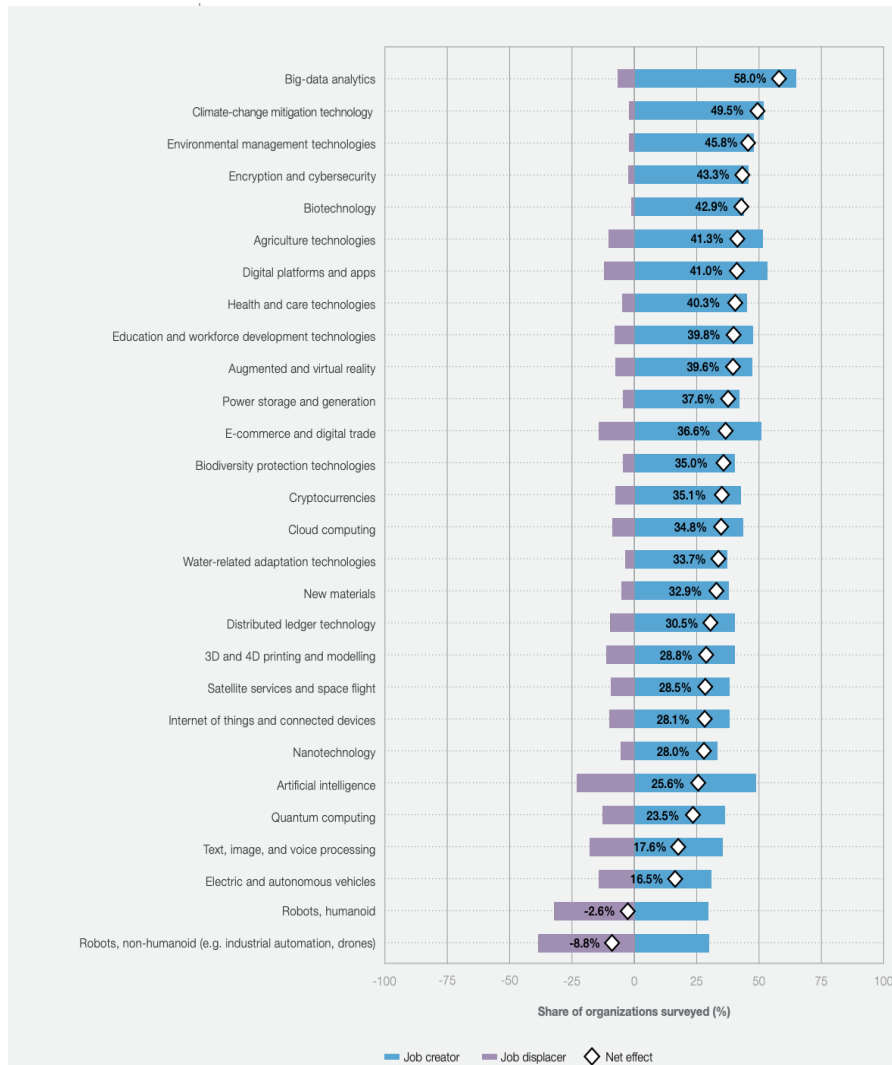
Para soportar esta dinámica, las empresas de tecnología han tenido que incrementar la demanda de profesionales altamente competentes, buscando individuos con habilidades técnicas sólidas y capacidad de pensamiento crítico y creativo, para empleos emergentes que exigen competencias tecnológicas y conocimientos especializados en campos que ahora se conocen como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) (Serrano et. al., 2020). Considerando lo anterior, no resulta sorprendente que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) haya proyectado que, para 2030, el 80% de los empleos estarán ocupados por profesionales en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Entre estas áreas se destacan disciplinas como la Ingeniería de Software, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica (OCDE, 2022). Esta previsión subraya una realidad actual y urgente: la necesidad de formar talento en carreras STEM.



Esta visión coincide con los datos reportados por el *World Economic Forum* (2023), en el que se anticipa que las tecnologías como las plataformas y aplicaciones digitales, el comercio electrónico y digital, la inteligencia artificial, entre otros, tendrán un impacto positivo en la generación de empleo durante los próximos cinco años. Se estima que los principales impulsores del crecimiento laboral se compondrían de cargos relacionados con el análisis de grandes volúmenes de datos, las tecnologías de gestión ambiental y cambio climático y la ciberseguridad. Cargos generalmente ocupados por profesionales en áreas STEM.

Figura 6:

Impacto esperado de la adopción de tecnología en los empleos





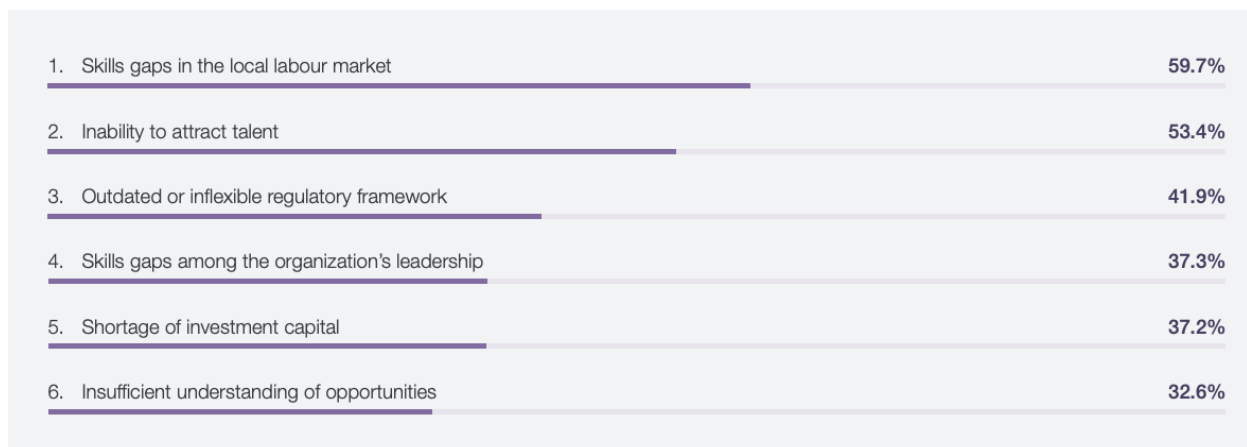
Nota: Tomado de Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi (2023)

En este contexto, la selección de personal se ha convertido en un campo de gran interés con desafíos de actualización claves, para mitigar el desequilibrio entre la demanda de profesionales requeridos y la disponibilidad de personal debidamente calificado necesario para llenar los cargos vacantes (Duque, 2021; Abudinen, 2020; Cámara de Comercio de Bogotá, 2019; RutaN, 2020; en Clavijo et al., 2021).

De hecho, las organizaciones señalan que las principales barreras para la transformación de la industria son las brechas de habilidades y la dificultad para atraer talento. Según el 60 % de las empresas encuestadas, es complicado cerrar las brechas de habilidades a nivel local, mientras que el 53% indica que su incapacidad para captar talento limita la transformación de sus negocios. En el siguiente gráfico, se muestran las principales razones de las brechas. (Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi, 2023).

Figura 7:

Barreras para la transformación de los negocios. 2023 a 2027



Nota: Tomado de Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi (2023)

Como puede observarse, la incapacidad para atraer talento se encuentra en el segundo lugar con el 53,4%. La falta de talento fue vista como la principal barrera para la transformación empresarial en casi todos los sectores, salvo en Investigación, Diseño y Servicios de Gestión Empresarial,



donde los encuestados señalaron que los marcos regulatorios obsoletos o rígidos son la segunda mayor limitación. La dificultad para atraer talento es especialmente relevante en sectores como Electrónica, Automoción y Aeroespacial, donde se percibe como el mayor obstáculo. Además, en Medios, Entretenimiento y Deportes, el 52.2% de las empresas destaca que la falta de comprensión de las oportunidades por parte de la dirección es un desafío. También influye el tamaño de la empresa: las pymes tienen un 20% menos de probabilidad de ver la falta de talento calificado como un obstáculo en comparación con las grandes corporaciones (Di Battista, Grayling, Hasselaar, Leopold, Li, Rayner & Zahidi, 2023).

Algunas razones por fuera de la industria tecnológica y su crecimiento tienen que ver con que los métodos de selección tradicionales han dependido de validación de requisitos, entrevistas y pruebas técnicas para evaluar conocimientos, habilidades o actitudes y han tenido problemas tales como: *asumir los procesos de manera compleja, con excesiva cientificidad y abusando de poder* (Hernandez, 2012; Díaz, 2016)., lo que, si bien puede llevar al uso de pruebas que validan características como personalidad y competencias, puede generar condiciones de control inadecuadas en los candidatos. Herramientas como los centros de simulación y los test psicotécnicos pueden actuar como dispositivos de poder, generando un proceso intimidante; *las malas prácticas en el relacionamiento o el uso de actividades y dinámicas* (Hernandez, 2012; Díaz, 2016)., que generan sensaciones de intimidación y ridiculización. Estas experiencias negativas pueden afectar tanto la percepción de los candidatos sobre la empresa como su bienestar emocional; *el poco conocimiento especializado o la poca capacitación de los analistas* (Hernandez, 2012; Díaz, 2016). En este caso, la literatura sugiere que cuando los encargados carecen de conocimientos teóricos y prácticos necesarios, pueden incurrir en una toma de decisiones sesgadas y poco efectivas; y *la influencia política* (Hernandez, 2012; Díaz, 2016)., pues en algunos contextos las decisiones pueden estar más alineadas con intereses políticos que con las competencias reales de los candidatos, comprometiendo la integridad del proceso de selección. (Hernandez, 2012; Díaz, 2016).

Por otra parte, a veces puede presentarse *subjetividad* en la evaluación de los candidatos. A menudo, las decisiones de contratación se ven influenciadas por sesgos personales de los



reclutadores, lo que puede llevar a una elección basada en percepciones individuales en lugar de criterios objetivos. Este problema metodológico afecta la equidad del proceso y puede resultar en la contratación de personas que no son las más adecuadas para el puesto (López, 2023). Relacionado con esto, se encuentra el *uso inadecuado de pruebas psicométricas*. Muchas empresas aplican este tipo de evaluaciones sin considerar si están validadas para el cargo específico, lo que puede derivar en decisiones erróneas sobre la idoneidad de un candidato. Es fundamental que las pruebas utilizadas sean pertinentes y confiables, pues de lo contrario, la evaluación perderá rigor y precisión. (López, 2023)

Otro desafío recurrente es la *falta de alineación entre el perfil del candidato y los requisitos del puesto*. En numerosas ocasiones, las empresas no definen adecuadamente las competencias necesarias para una vacante, lo que genera que los seleccionados no posean las habilidades esenciales para desempeñar sus funciones. Este problema estratégico no solo afecta la productividad, sino que también puede generar desmotivación y rotación en el equipo de trabajo (López, 2023). Además, la *influencia de factores externos* en la contratación es un obstáculo importante. En ciertos contextos organizacionales, la presión de la alta dirección o la preferencia por candidatos recomendados afectan la imparcialidad del proceso. Este problema organizacional compromete la transparencia y puede dar lugar a contrataciones basadas en criterios subjetivos en lugar de en la competencia real de los aspirantes (López, 2023).

En la actualidad, otra dificultad clave es la *desactualización en las técnicas de reclutamiento*. A pesar de los avances tecnológicos, algunas empresas siguen empleando métodos tradicionales sin aprovechar las herramientas digitales, la analítica y la ciencia de datos o la inteligencia artificial, que permitirían un proceso más eficiente y preciso. Este problema tecnológico limita la capacidad de atraer y evaluar el talento de manera efectiva, lo que puede poner en desventaja a las organizaciones frente a aquellas que sí han modernizado sus estrategias de selección (López, 2023).

Asimismo, la *evaluación de habilidades blandas* representa un reto significativo. Aunque competencias como el liderazgo, la comunicación y el trabajo en equipo son esenciales en muchos roles, no siempre existen mecanismos adecuados para medirlas con precisión. La dificultad para evaluar estos aspectos puede llevar a que las organizaciones contraten personas con habilidades



técnicas sólidas pero con deficiencias en aspectos interpersonales fundamentales. Este es un problema evaluativo que impacta directamente en la dinámica y el desempeño de los equipos de trabajo (López, 2023).

En consecuencia, en la era digital, el papel de la tecnología y la innovación es crucial para el mejoramiento de la selección de personal. Las primeras implementaciones incluyeron el uso de la mercadotecnia y la publicidad, las bolsas de empleo y los sitios especializados de empleabilidad, testimonios en video, medición de visitas en los sitios web, mejoramiento y optimización de las características de los sitios web y el seguimiento de los solicitantes a través de diferentes medios. (Nikolaou, 2021).

Además, la incorporación tecnológica ha permitido ajustar los requerimientos basados en los perfiles y manuales de cargos y funciones, aumentar el impacto de las convocatorias, precisar las evaluaciones y mediciones, predecir con mayor confiabilidad el comportamiento futuro de un colaborador, mejorar la experiencia, reducir tiempos y costos (Shivraj & Kannadas, 2021), aumentar los niveles de satisfacción y alineación, entre otras cosas. En este sentido, el avance de la tecnología ha llevado al rediseño de los procedimientos tradicionales de reclutamiento, selección y contratación, como resultado de la rápida expansión de la innovación tecnológica. (Madankar, 2022). De esta manera, se han aplicado herramientas como: la Inteligencia Artificial, para adoptar una ventaja estratégica en la gestión del talento (Kaur & Gandolfi, 2023); la analítica de datos que ha originado prácticas como *People Analytics* o *Human Resource Analytics* (HCR), las cuales pueden utilizarse para predecir las tasas de éxito de los solicitantes por medio del análisis de datos y el análisis semántico; la computación semántica y los métodos de lógica difusa que también parecen prometedores (Álvarez-Gutiérrez et al., 2022); y la gamificación, la cual representa una de las herramientas de innovación e inclusión tecnológica más exploradas en los últimos años (Madankar, 2022).

Por todo lo anterior, es claro que el proceso de selección de personal es fundamental para el éxito de una organización de tecnología y este tiene que superar múltiples problemas. Los juegos serios y la gamificación representan avances tecnológicos e innovadores con el potencial significativo



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

para transformar la captación, el reconocimiento y la incorporación del talento humano en las empresas (Albadán et al., 2016). En este sentido, y de acuerdo con el alcance del presente proyecto de maestría resultó particularmente útil conocer los conceptos claves como gamificación y selección de personal, identificar algunos antecedentes de la gamificación de procesos de selección y profundizar en las formas en las cuales estos se pueden caracterizar, gamificar y evaluar. En el apartado siguiente se desarrollaron estas ideas.



2. CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE

2.1. *Marco conceptual*

Los conceptos principales de la presente propuesta son Gamificación y Proceso de selección de personal. Para entender el primero es bueno abordar previamente algunos conceptos empezando por el de *juegos*. Al respecto, Scolari (2013) actualiza la idea de Huizinga agregando algunos elementos a la conceptualización y afirmando que los juegos son "*construcciones culturales destinadas a generar experiencias narrativas en los individuos... de naturaleza interpersonal en las cuales el individuo se sumerge en una narrativa en la que participa como protagonista, influyendo en su desarrollo y resolución*" (p. 24).

Estas consideraciones se aplican a los *videojuegos*, que pueden entenderse como una forma de avance tecnológico que traslada todos los componentes de los juegos a entornos y espacios virtuales, conservando su elemento narrativo (Scolari, 2013). Aunque los videojuegos son principalmente una forma de entretenimiento y no necesariamente buscan resolver problemas sociales o humanos, están siendo utilizados con otros propósitos (Cairns et. al., 2014). En este contexto, es cuando se habla de *juegos serios*, los cuales pueden definirse, según ABT (1970), como "*el arte y la ciencia de los juegos que simulan la vida, ya sea en la industria, el gobierno, la educación o las relaciones personales*". Estos juegos están diseñados para representar, modelar y/o simular situaciones del mundo real con el propósito de probar teorías, explorar posibilidades sin incurrir en costos elevados de experimentación, entrenar a las personas y desarrollar habilidades específicas, o incluso medir competencias. Los juegos serios tienen objetivos y procesos definidos y requieren un enfoque específico en el diseño del juego para su implementación (Aldrich, 2009).

De esta manera, un juego serio se diferencia de un juego o videojuego tradicional en que no se enmarca en la industria del entretenimiento (Calderón y Ruiz, 2015), sino que se orienta a objetivos y propósitos, como evaluar o mejorar habilidades o conocimientos (Gebhard et. al., 2022). Por lo tanto, se utiliza en áreas de contribución social, como la educación, la salud, la comunicación social



y las políticas. Estos juegos no persiguen fines particulares, como lucro o reconocimiento, sino objetivos que buscan impactos sociales, colectivos o comunitarios como el fomento del aprendizaje, la mejora de la salud, la toma de decisiones comunitarias y la difusión del conocimiento, entre otros. La gamificación, por su parte, aunque pueda confundirse con un juego, no es propiamente uno de ellos. Esta puede entenderse como la aplicación de dinámicas y mecánicas de juego en contextos no lúdicos con el fin de generar cambios de comportamientos e incentivar el logro de objetivos de un proceso, con trascendencia al mundo real (Zicherman, 2011). En este sentido, a diferencia de los juegos serios, la gamificación se aplica sobre procesos reales buscando intervenir directamente en sus resultados, no los simula. Para esto, se parte de estructuras procesuales ya creadas para aumentar la motivación, el compromiso o el engagement, por medio del aprovechamiento de características y componentes de juego que se insertan de manera estratégica e intencionada. (Damaševičius, Maskeliūnas & Blažauskas, 2023)

Por otra parte, un *proceso de selección de personal* puede entenderse como una de las tantas tareas que realiza un equipo o área de gestión humana dentro de una organización y representa el inicio de la vida laboral de un colaborador. Puede definirse como "el proceso de toma de decisiones y actividades asociadas que una organización utiliza para evaluar y elegir a individuos para empleo o desarrollo" (Gatewood, Feild y Barrick, 2015, p. 4), o como un procedimiento sistemático y estructurado utilizado por las organizaciones para identificar y contratar a las personas más adecuadas para un puesto de trabajo específico (Albadán et. al., 2016). Esto implica una serie de pasos que van desde la búsqueda inicial de candidatos hasta la toma de decisiones finales sobre quiénes serán contratados; es un conjunto de actividades fundamentales para mantener y mejorar la eficiencia y la eficacia de una organización (Chiavenato, 2011; Cerón, 2020)

La mayoría de las actividades que se realizan en un proceso de selección son de tipo evaluativo: revisión de cumplimiento de requisitos en hojas de vida, verificación de referencias, aplicación de pruebas técnicas, psicotécnicas y de habilidades; realización de entrevistas individuales y grupales; realización de centros de valoración o assessment center; calificación de perfiles, entre otras. Por lo tanto, un proceso de selección es, en esencia, un proceso de evaluación de factores humanos para



la toma de decisiones sobre el ajuste o adecuación de un candidato con un cargo (Chiavenato, 2011).

2.2. *Estado del arte*

Para el estado del arte, se utilizó una metodología de revisión de la literatura con el siguiente procedimiento:

2.2.1. **Definición de las preguntas de investigación y los criterios de inclusión y exclusión de los estudios.**

En la tabla siguiente, se presentan las preguntas de investigación que guían la revisión documental. Se construyeron en total 4 preguntas:

Tabla 1:

Preguntas de la revisión de literatura

No.	Pregunta
Q1	¿Cómo se caracteriza un proceso de selección?
Q2	¿Cómo se gamifica un proceso de selección?
Q3	¿Cuáles son algunos antecedentes de la gamificación en proceso de selección?
Q4	¿Cómo puede evaluarse un proceso gamificado?

Por otra parte, se definieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 2:

Criterios de inclusión y exclusión



No.	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
1	Estudios publicados en artículo, capítulo de libro o tesis	Estudios publicados en formatos como conferencias, presentaciones o ensayos
2	Estudios producto de investigaciones terminadas	Estudios en proceso o informes parciales de investigaciones en curso
3	Estudios que tuvieran un enfoque instrumental	Estudios de reflexión o conceptualización
4	Estudios provenientes de procesos de investigación científica o académica	Estudios realizados en la industria o en el marco de procesos empresariales
5	Estudios escritos en inglés o en español	Estudios escritos en idiomas diferentes al inglés o al español

2.2.2. Búsqueda sistemática de fuentes de información relevantes o definidas según criterios.

Las fuentes científicas utilizadas fueron principalmente Scopus complementando la búsqueda con Google Academics y Science direct. Para la búsqueda de artículos, se consideraron las palabras clave más relevantes con su equivalencia al inglés de acuerdo con las preguntas de investigación definidas.

Tabla 3

Términos utilizados en las búsquedas.

Términos en español	Términos en inglés
“caracterización de procesos”	“process characterization”
“gamificación”	“gamification”
“gamificación de procesos de selección”	“gamification of selection processes”
“evaluación”	“evaluation”
“experiencia de usuario”	“user experience”
“indicadores”	“indicators”



2.2.3. Selección, revisión y lectura de los estudios identificados.

Una vez realizadas las búsquedas y aplicados los criterios junto con los filtros, se hizo una revisión panorámica de los resultados a partir del título. Esto permitió seleccionar un conjunto de artículos a los que se les revisó el abstract y los resultados. En esta parte se descartaron algunos y los resultantes fueron sometidos a un proceso de categorización simple basada en criterios emergentes, es decir, que las categorías iniciales fueron derivadas de la propia lectura realizada y según el contenido o temáticas identificadas. La tabla siguiente muestra la categoría inicial, los artículos y la cantidad de artículos por categoría:

Tabla 4:

Cantidad de artículos revisados por categoría emergente

Categoría	Artículos	Total
Juegos serios y gamificación	Abt (1987), Altomari et al. (2022, 2023), Calderón & Ruiz (2015), Cheniti-Belcadhi et al. (2019), Deterding et al. (2011), Gebhard et al. (2022), Hamari et al. (2014), Hawari et al. (2020), Hommel et al. (2022), Khaleghi et al. (2021), Menezes & Bortolli (2016), Misra (2015), Obaid et al. (2020), Ramos-Villagrasa et al. (2022), Saleh et al. (2020), Selay & Çağlar (2015), Su et al. (2021), Scolari (2013), Von Ahn & Dabbish (2008)	19
Gamificación en recursos humanos y evaluación de habilidades	Albadán et al. (2016), Altomari et al. (2022, 2023), Bangerter et al. (2012), Bina et al. (2021), HireVue (2022), Kaur & Gandolfi (2023), Madankar (2022), Martensen et al. (2023), Nikolaou (2021), Obaid et al. (2020), Patiño & Gutiérrez (2021), Ramos-Villagrasa et al. (2022), Saleh et al. (2020), Workday (2022)	14
Gamificación en educación	Cairns et al. (2014), Córdoba-Cely (2013), Duolingo (2013, 2020), GlassLab Inc. (2013), Institute of Play (2009), Johnson & Brown (2016), Kahoot! (2013), Minecraft: Education Edition (2016), Smith (2020)	9
Gamificación y evaluación cognitiva	Khaleghi et al. (2021), Ramos-Villagrasa et al. (2022), Selay & Çağlar (2015)	3
Modelado y análisis de procesos	Allweyer (2011), Booch et al. (1998), Hammer & Champy (1993), Laguna & Marklund (2013)	4



Categoría	Artículos	Total
Aplicaciones móviles y tecnología en la sociedad	Acosta Espinoza et al. (2022), Clavijo et al. (2021), Serrano et al. (2020)	3
Big data y análisis de recursos humanos	Álvarez-Gutiérrez et al. (2022), Kaur & Gandolfi (2023)	2
Desarrollo de software y experiencia de usuario	Codd (1970), Codecademy (2011), Rodríguez-Cardoso et al. (2021), Romero et al. (2019)	4
Plataformas y herramientas gamificadas	BP (2016), CodeSignal (2021), Duolingo (2013, 2020), Foldit (2008), HabitBull (2015), Habitify (2015), Kahoot! (2013), L'Oréal (2022), Nike Training Club (2009), PwC's Multipoly (2018), Starbucks Rewards (2009), The Quest for Success (L'Oréal, 2022)	12
Total		70

De cada lectura se hizo una extracción de apartados, ideas, gráficos y tablas que aportaran en la respuesta a las preguntas formuladas y se consignaron en un cuaderno de apuntes o de notas para su análisis.

2.2.4. Análisis de los resultados de contenido relevante a través de un enfoque temático.

Los resultados de contenido incluidos en el cuaderno de apuntes se revisaron y se les aplicó un procedimiento de categorización a partir de 4 enfoques temáticos de agrupamiento derivados de las preguntas de investigación. De esta manera, se logró identificar el aporte de cada estudio revisado y la utilización del contenido más relevante de cada uno para responder a las preguntas claves. Las categorías son las siguientes:

- Caracterización de procesos de selección
- Antecedentes del uso de la gamificación o procesos similares en la selección de personal
- Métodos, procesos o herramientas para gamificar un proceso de selección
- Evaluación de un proceso gamificado



2.2.5. Síntesis de los hallazgos

Teniendo en cuenta los 4 enfoques temáticos, se presentan, a continuación, los resultados encontrados.

2.2.5.1. Caracterización de procesos de selección

Para los propósitos del presente proyecto se asumió un enfoque instrumental en la caracterización de procesos de selección. Por lo tanto, se priorizó el rastreo de herramientas que permitieran describir y conocer, por medio de la representación y la caracterización, la forma en la que se ejecutan los procesos de selección en las empresas. Algunas formas posibles para hacer esto pueden implicar la utilización de métodos, modelos o procedimientos generales aplicables a la selección de personal.

En la tabla siguiente se muestran algunos de los modelos que podrían utilizarse para el propósito mencionado anteriormente. Se incluye una descripción, una ventaja distintiva, una desventaja y la fuente o autor principal.

Tabla 5:

Modelos para la caracterización de procesos aplicables a la selección de personal

Modelo	Descripción	Ventajas	Desventajas	Fuente o Autor
Diagramas de Flujo	Representa visualmente el flujo de actividades.	- Fácil comprensión visual.	- Puede volverse complejo para procesos extensos.	John Shedd, "Process Engineering" (1934).
Modelos BPMN (Business Process)	Modelar procesos de negocio y sus interacciones.	- Estándar ampliamente utilizado. - Facilita la comunicación entre equipos.	- Puede requerir capacitación para su uso efectivo.	Thomas Allweyer, "BPMN 2.0" (2011).



Modelo	Descripción	Ventajas	Desventajas	Fuente o Autor
Diagramas de Gantt	Programa y visualiza secuencia de actividades.	- Destaca dependencias temporales. - Útil para la gestión de tiempos.	- No siempre muestra relaciones complejas entre actividades.	Henry L. Gantt, pionero en la gestión de proyectos.
Mapas Mentales	Representa visualmente ideas y relaciones clave.	- Fomenta la creatividad y la exploración de ideas. - Útil en la fase inicial de planificación.	- Puede carecer de estructura para procesos complejos.	Tony Buzan, autor influyente en mapas mentales.
Modelos de Datos	Describe entidades, relaciones y atributos.	- Claridad en la estructura de datos. - Útil para sistemas de información.	- No se centra en la secuencia de actividades. - No describe procesos en profundidad.	Edgar F. Codd, autor fundamental en datos relacionales.
Diagramas de Secuencia de UML	Muestra interacciones entre objetos o actores.	- Detalla secuencia de intercambios. - Útil para sistemas interactivos.	- Orientado a la programación y el desarrollo de software.	Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, autores originales de UML.
Flujos de Trabajo	Describe secuencia de tareas y actividades.	- Visualización clara de pasos en el proceso. - Útil para procesos estructurados.	- Puede no ser adecuado para procesos creativos o ad hoc.	Michael Hammer y James Champy, autores de "Reengineering the Corporation" (1993).
Modelos de Negocio Canvas	Analiza recursos, actividades, costos y valor.	- Enfoque holístico en el modelo de negocio. - Identifica oportunidades y costos.	- No proporciona detalles operativos de flujo de trabajo.	Alexander Osterwalder y Yves Pigneur, autores de "Business Model Generation"



Modelo	Descripción	Ventajas	Desventajas	Fuente o Autor
				(2010). Gruber, T.R., autor de "A translation approach to portable ontology specifications" (1993).
Modelos Ontológicos	Define estructuras semánticas de dominio y aplicadas con la capacidad de inferir	- Establece una estructura semántica potente. - Útil para alinear conceptos.	- Requiere experticia en ontología y modelado semántico.	
Modelos de Dinámica de Sistemas	Analiza cómo cambian las variables clave en el tiempo.	- Simula escenarios y cambios en el tiempo. - Útil para análisis de tendencias.	- Puede requerir conocimientos avanzados de dinámica de sistemas y datos históricos para precisión.	Jay W. Forrester, "Industrial Dynamics" (1961)"

La mayoría de estos modelos y métodos tienen una aplicabilidad generalizada en diferentes contextos, por lo que surgió la pregunta de cuáles pueden ser algunos modelos frecuentemente utilizados en ingeniería, por lo que se amplió la búsqueda y se encontró lo siguiente:

Tabla 6:

Modelos frecuentemente utilizados en ingeniería.

Métodos de Modelado	Descripción	Fuente
Modelado Matemático	Utiliza ecuaciones matemáticas para representar el comportamiento de sistemas físicos, como ecuaciones diferenciales o algebraicas. Ampliamente utilizado en ingeniería eléctrica, mecánica y química.	Strogatz, S. H. (2018).



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Modelado por Elementos Finitos	Se utiliza para analizar estructuras y componentes mecánicos, dividiéndolos en pequeños elementos finitos. Calcula deformaciones, tensiones y cargas en cada elemento. Muy usado en ingeniería estructural.	Bathe, K. J. (2006).
Modelado estadístico	Crea modelos estadísticos que explican las relaciones entre variables dependientes e independientes. Es uno de los modelos más comunes en la actualidad.	Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (2013).
Modelado de Sistemas Dinámicos	Representa sistemas que cambian con el tiempo, como sistemas de control y procesos, usando ecuaciones diferenciales y diagramas de bloques.	Ogata, K. (2010).
Modelado de Redes	Representa sistemas complejos con interacciones entre múltiples elementos, como redes de comunicación o eléctricas.	Easley, D., & Kleinberg, J. (2010).
Modelado de ontologías	Crea estructuras semánticas de conocimientos para representar dominios y aplicaciones, permitiendo la extracción de inferencias.	Allemang, D., & Hendler, J. (2011).
Modelado de Eventos Discretos	Modela sistemas donde los eventos ocurren en momentos discretos, útil para análisis de sistemas de producción y logística.	Law, A. M., & Kelton, W. D. (2015).
Modelado de Sistemas Expertos	Crea sistemas de inteligencia artificial que toman decisiones basadas en reglas y conocimientos expertos, útiles en diagnóstico médico y control industrial.	Jackson, P. (1999).
Modelado de Redes Bayesianas	Utiliza teoría de la probabilidad para modelar incertidumbre y relaciones causa-efecto en sistemas complejos, usado en toma de decisiones y análisis de riesgos.	Korb, K. B., & Nicholson, A. E. (2010).



Modelado de

**Procesos de Negocios
(BPM)**

Analiza y optimiza procesos empresariales, identificando
ineficiencias y mejorando la eficiencia operativa.

Dumas, M., La
Rosa, M.,
Mendling, J., &
Reijers, H.
(2018).

En una comparación entre los modelos presentados en la tabla y este último listado de modelos usados en ingeniería, se encuentra que el modelado de procesos de negocios (BPM) y sus herramientas como la BPMN, el modelado de dinámica de sistemas y el modelado de ontologías son comunes. Por lo que parecen ser alternativas con un nivel técnico importante que permite aprovechar las bondades del conocimiento ingenieril. A continuación, se definirán cada uno de ellos.

En primer lugar, el modelado de procesos de negocio (BPM) es una técnica de gestión que busca representar y analizar los procesos operativos de una organización con el fin de mejorar su eficiencia y efectividad. Este enfoque implica una serie de pasos, que incluyen la identificación y documentación de los procesos, la creación de diagramas visuales, la simulación y análisis de su rendimiento, la optimización y rediseño de los mismos, la implementación de mejoras y el monitoreo continuo. BPM se basa en notaciones estandarizadas, como BPMN, y se utiliza para comprender, documentar y mejorar los procesos organizativos, facilitando la comunicación y la toma de decisiones informadas. Es una práctica común en la gestión empresarial moderna para aumentar la eficiencia y competitividad organizativa (Laguna & Marklund, 2013).

En segundo lugar, el modelado de ontología es una técnica que se utiliza para representar formalmente conceptos, términos y relaciones dentro de un dominio específico. Este enfoque busca crear un modelo conceptual que describa de manera precisa y semánticamente consistente el conocimiento en un campo determinado. El proceso de modelado ontológico implica la identificación de conceptos clave en el dominio, la definición de sus propiedades y relaciones, y la creación de una estructura jerárquica que



organice estos conceptos. Una ontología se construye utilizando lenguajes formales como OWL (*Web Ontology Language*) o RDF (*Resource Description Framework*) y puede ser utilizada en una variedad de aplicaciones, incluyendo la búsqueda semántica en la web, la interoperabilidad de sistemas de información y la toma de decisiones basada en conocimiento. El modelado ontológico facilita la comprensión compartida y la interpretación precisa de la información en un dominio, lo que lo convierte en una herramienta valiosa en la gestión del conocimiento y la inteligencia artificial (Gruber, 1993). En un esfuerzo por formalizar y precisar la conceptualización de la ontología, esta podría entenderse como:

... un documento que proporciona: un vocabulario para describir el dominio de interés, anotaciones que documentan el vocabulario, y una teoría lógica (consistente en axiomas y definiciones) para el vocabulario, de manera que estos tres elementos juntos permitan... determinar su interpretación prevista. (Neuhaus, 2018)

Finalmente, el modelado de dinámica de sistemas es una metodología que se utiliza para analizar y comprender sistemas complejos en constante cambio. Este enfoque se basa en la representación de sistemas como un conjunto de elementos interconectados que interactúan a través de relaciones causales, es decir, el modelado de dinámica de sistemas se basa en la representación de un sistema como un conjunto de elementos interconectados que interactúan entre sí a través de relaciones causales (Forrester, 1961). Una ventaja clave de este modelado es su capacidad para capturar la complejidad y las interdependencias de sistemas en evolución. Esto permite a los analistas y tomadores de decisiones explorar diferentes escenarios y comprender cómo ciertas acciones o eventos pueden afectar el comportamiento del sistema con el tiempo.

2.2.5.2. Antecedentes del uso de la gamificación o procesos similares en la selección de personal.

Debido a que los procesos de selección de personal son principalmente procesos evaluativos

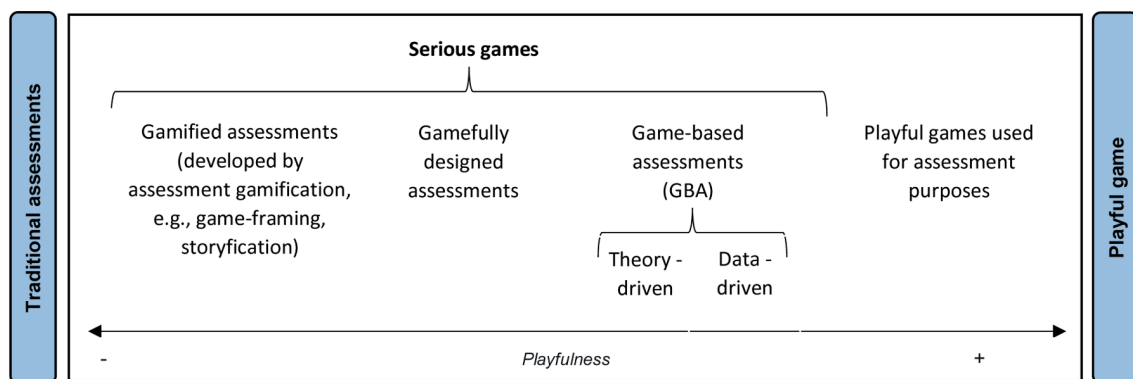


para la toma de decisiones sobre la incorporación de talentos, en la presente revisión se tomó como referencia la clasificación de Ramos-Villagrasa et al. (2022), quien presenta dos tipos de enfoques de evaluación desde el campo de los juegos y la gamificación. Según el autor, existen 4 formas: en la primera se toman los procesos de evaluación existentes y se les incorpora elementos de juego, es decir, es una gamificación de procesos evaluativos; en la segunda se diseñan y elaboran juegos cuyo propósito principal es la evaluación de algún aspecto, dimensión o dominio, en otras palabras el autor se refiere a la creación de juegos, en la tercera se crea una evaluación basada en juegos (lo que cambia es el acento o el predominio de los componentes de juego de evaluación en el diseño). Finalmente, existe otra posibilidad y es la utilización de juegos ya estructurados que se aplican en procesos de evaluación, aunque no hayan sido construidos para esto originalmente.

Ahora bien, las primeras 3 formas son clasificadas por el autor como juegos serios. Cada forma se ubica en un lugar específico dentro de un continuo que va desde la evaluación tradicional hasta los juegos lúdicos. En el gráfico siguiente se ilustra lo mencionado anteriormente:

Figura 8:

Clasificación de juegos relacionados a la evaluación



Nota: Tomado de Ramos-Villagrasa et al. (2022)

Considerando lo anterior, y debido a que en el campo de los juegos las clasificaciones más comunes son gamificación y juegos serios, el rastreo bibliográfico se concentró sobre estos



dos conceptos y su uso en los procesos de selección. Para empezar, se identificó un conjunto amplio de experiencias previas y antecedentes en los cuales se utilizaron los juegos serios o la gamificación para aportar en algún campo, área o proceso. En la tabla siguiente se presentan algunas de estas experiencias teniendo en cuenta el nombre del juego o proceso, los autores o las organizaciones implicadas, el campo de aplicación si es educación, salud o empresas; el año; el tipo: juego serio o gamificación; la descripción del caso y los resultados.

Tabla 6:

Experiencias previas de aplicación de juegos serios y gamificación en educación, salud y empresas.

Nombre del Juego / Proceso	Autores / Organizaciones	Campo	Año	Tipo	Descripción del Caso	Resultados
Minecraft: Education Edition	Mojang Studios, Microsoft	Educación	2016	Juego Serio	Fomenta el aprendizaje a través de la creatividad y resolución de problemas en mundos virtuales.	Mejora en habilidades de pensamiento crítico y colaboración (Smith, 2020).
Zamzee	HopeLab	Salud	2012	Proceso Gamificado	Motiva a niños a ser más activos físicamente, recompensándolos por actividades físicas.	Aumento significativo en la actividad física en niños (Johnson & Brown, 2016).
IBM Think Academy	IBM	Empresa	2014	Proceso Gamificado	Motiva a los empleados a adquirir nuevas habilidades y conocimientos mediante la gamificación.	Mejora en la formación y desarrollo de habilidades de los empleados. Mayor participación en cursos de capacitación.
Starbucks Rewards	Starbucks Corporation	Empresa	2009	Proceso Gamificado	Utiliza recompensas basadas en puntos para fomentar la fidelización de clientes.	Aumento de ventas y fidelización de clientes a través de la participación en el programa (Starbucks Corporation, 2019).
Duolingo	Luis von Ahn y Severin Hacker	Educación	2011	Juego Serio	Ofrece cursos interactivos en línea	Mejora en el aprendizaje de idiomas



Nombre del Juego / Proceso	Autores / Organizaciones	Campo	Año	Tipo	Descripción del Caso	Resultados
Kahoot!	Kahoot! AS	Educación	2013	Proceso Gamificado	para aprender idiomas mediante la gamificación. Permite a los educadores crear cuestionarios y competencias interactivas para motivar a los estudiantes.	(Von Ahn et al., 2013). Mayor participación y retención de conocimientos en el aula (Mayer, 2019).
Foldit	University of Washington	Salud	2008	Juego Serio	Involucra a jugadores en la resolución de problemas de plegamiento de proteínas, contribuyendo a la investigación científica.	Contribuciones significativas a la investigación científica (Cooper et al., 2010).
Nike Training Club	Nike	Salud	2009	Proceso Gamificado	Gamifica los entrenamientos físicos, permitiendo a los usuarios establecer metas y desbloquear logros.	Aumento de la motivación y la adherencia a los entrenamientos (Lee et al., 2019).
Codecademy	Codecademy	Educación	2011	Juego Serio	Ofrece cursos en línea interactivos para aprender programación utilizando ejercicios de gamificación.	Aumento en las habilidades de programación y la empleabilidad (Misra, 2015).
Habitica	HabitRPG, Inc.	Salud	2013	Proceso Gamificado	Transforma tareas diarias y metas personales en un juego de rol que recompensa a los usuarios por cumplir objetivos.	Aumento en la productividad personal y el logro de metas (Hamari et al., 2014).
HabitBull	Unstatic Ltd	Salud	2015	Proceso Gamificado	Ayuda a establecer y mantener hábitos	Facilita el desarrollo de hábitos positivos



Nombre del Juego / Proceso	Autores / Organizaciones	Campo	Año	Tipo	Descripción del Caso	Resultados
Quizlet	Quizlet, Inc.	Educación	2005	Proceso Gamificado	saludables a través de un sistema de seguimiento y recompensas. Ofrece tarjetas de estudio interactivas y juegos para repasar y aprender material educativo de manera efectiva.	(Lopatovska & Rapp, 2017). Mayor retención de información y mejores calificaciones (Rakes & Dunn, 2010).
BP Ultimate Driver	BP	Empresa	2016	Proceso Gamificado	Es una aplicación gamificada de seguridad vial que ayuda a los conductores a mejorar sus habilidades.	Reducción en accidentes y mejoras en la seguridad vial (BP, 2018).
Duolingo ABC	Duolingo	Educación	2020	Juego Serio	Diseñada para enseñar a los niños a leer y escribir, utiliza elementos de juego para comprometerlos.	Contribución al desarrollo de habilidades de lectura en niños (Duolingo, 2021).
Habitify	Unstatic Ltd	Salud	2015	Proceso Gamificado	Ayuda a establecer hábitos saludables y productivos mediante el seguimiento y la gamificación del progreso.	Fomenta el desarrollo de hábitos positivos (Sailer et al., 2017).
SimCityEDU	GlassLab Inc.	Educación	2013	Juego Serio	Versión educativa de SimCity que enseña conceptos de ciencias y planificación urbana a estudiantes.	Mejora en la comprensión de conceptos de ciencias y habilidades de toma de decisiones (Baker et al., 2014).
PwC's Multipoly	PwC	Empresa	2018	Proceso Gamificado	Juego de capacitación en línea para mejorar habilidades empresariales de los	Mayor compromiso y retención de conocimientos en la capacitación (PwC,



Nombre del Juego / Proceso	Autores / Organizaciones	Campo	Año	Tipo	Descripción del Caso	Resultados
Zombie Run!	Six to Start	Salud	2012	Proceso Gamificado	empleados. Aplicación de ejercicio que motiva a los corredores mientras escuchan una historia de zombies.	2019). Aumento en la actividad física y la diversión en el ejercicio (Lyons et al., 2015).
Quest to Learn	Institute of Play	Educación	2009	Juego Serio	Escuela que utiliza un enfoque basado en juegos para enseñar habilidades académicas y de resolución de problemas.	Aumento en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes (Institute of Play, 2013).

Para esta sección se trabajó con un total de 19 fuentes. La mayoría fueron soluciones implementadas entre 2010 y 2015, convirtiéndose en referentes clave para el análisis del presente estudio. En el gráfico siguiente puede apreciarse el año de implementación para cada autor.

Figura 9:
Implementación de experiencias de previas

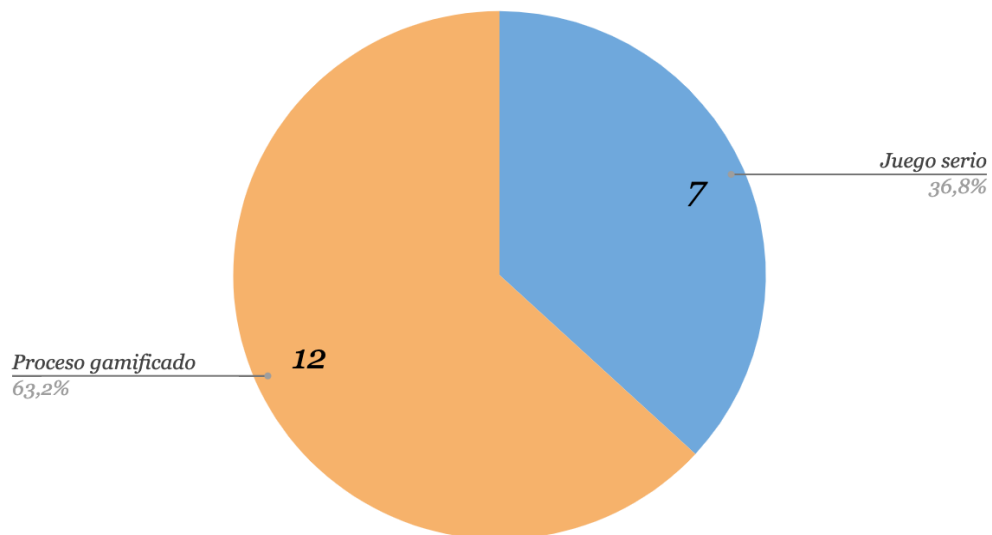




Además, del total de experiencias, se identificó que el 63,2% implementaron procesos de gamificación y el 36,8% utilizaron los juegos serios para diseñar experiencias o soluciones en áreas como la salud, la educación y las empresas. El gráfico siguiente muestra estas proporciones.

Figura 10:

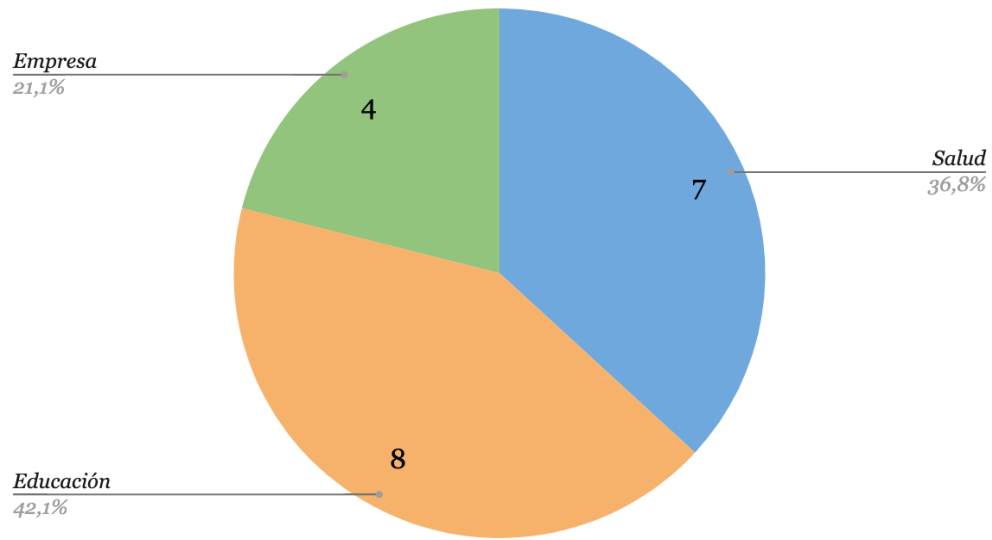
Proporción de artículos que usan gamificación y/o juegos serios



Finalmente, y con respecto a las áreas o campos de aplicación, el porcentaje más grande se encuentra en la educación con un 42,1%, mientras que la salud tiene un porcentaje de 36,8%. La aplicación en empresas y, de acuerdo con la presente revisión, representa un 21,1% de las aplicaciones de la gamificación o los juegos serios. En el gráfico siguiente se presenta la información descrita.

Figura 11:

Porcentaje de estudios realizados en salud, educación y empresas.



Estas experiencias son solo algunos antecedentes que brindan un contexto para conocer cómo surgieron algunas de las implementaciones más populares de la gamificación, en qué campos y cuáles tipos han sido más utilizados. Adicionalmente, esta revisión general también permitió conocer los fines con los cuales fueron construidos; así, por ejemplo, se emplearon con frecuencia para motivar, fidelizar, desarrollar habilidades, promover el aprendizaje, establecer hábitos y resolver problemas, entre otros, en campos como la educación, la salud y las empresas.

En estas últimas, todas las experiencias reportadas fueron procesos gamificados en los cuales la fidelización de clientes, la capacitación, la formación o desarrollo de habilidades y la motivación fueron parte de los objetivos. Entre los resultados encontrados aquí pueden mencionarse: mejora en la formación y desarrollo de habilidades de los empleados, y mayor participación en cursos de capacitación, aumento de ventas y fidelización de clientes a través de la participación en el programa (Starbucks Corporation, 2019), reducción en accidentes y mejoras en la seguridad vial (BP, 2018), mayor compromiso y retención de conocimientos en la capacitación (PwC, 2019).

Con respecto al uso de la gamificación y los juegos serios en los procesos de selección, se



hizo un rastreo adicional y, si bien se estima que la incorporación de estos procedimientos es más extensa y abundante, se presentan a continuación cuatro experiencias identificadas como relevantes y que sirven para evidenciar su potencial o posible uso. Algunos elementos analizados en esta documentación fueron:

1. Propósito del proceso.
2. Objetos o focos de interés.
3. Elementos de gamificación utilizados.
4. Nivel de generalidad o especificidad.

A continuación, se presentan los hallazgos.

- La primera experiencia encontrada es *The Quest for Success con Reveal*, un juego serio que fue utilizado en la etapa de prueba de habilidades. Evalúa las capacidades de liderazgo, comunicación y trabajo en equipo de los candidatos. El juego se desarrolla en un mundo virtual donde los aspirantes deben completar una serie de desafíos diseñados para evaluar las habilidades relevantes para el puesto. El avance depende de la culminación exitosa de cada desafío (L'Oréal, 2022).

En *Reveal* se utilizan elementos de gamificación como:

Simulación de escenarios empresariales: Los participantes asumen el rol de un gerente en prácticas y enfrentan desafíos que abarcan desde el descubrimiento de una nueva molécula en el laboratorio hasta la creación de campañas publicitarias, planificación de fabricación, establecimiento de planes financieros y estrategias de comercialización. Esta inmersión permite a los jugadores experimentar el ciclo completo de desarrollo de un producto dentro de L'Oréal.

Puntuación y recompensas: A medida que los participantes avanzan en el juego, acumulan puntos basados en su desempeño en las distintas áreas. Aquellos que



superan ciertos umbrales de puntuación tienen la oportunidad de acceder a entrevistas para programas de prácticas o puestos a tiempo completo en L'Oréal. Por ejemplo, los 20 mejores participantes son invitados a las oficinas de L'Oréal para participar en talleres junto a directivos del grupo.

Interacción multidisciplinaria: El juego abarca diversas áreas funcionales de la empresa, como marketing, finanzas, operaciones, ventas e investigación y desarrollo. Esto permite a los participantes explorar y comprender diferentes funciones dentro de la organización, ayudándoles a identificar en qué área encajan mejor sus habilidades y preferencias.

- La segunda experiencia es *CodeSignal*, una plataforma que involucra gamificación y juegos serios para evaluar las habilidades técnicas de los candidatos en programación. Cada candidato debe completar una serie de retos de programación, los cuales están diseñados de acuerdo con las necesidades técnicas del puesto de trabajo. En este sentido, *CodeSignal* es similar a *Reveal* con la variación de aplicarse sobre habilidades técnicas y no blandas (CodeSignal, 2021)

En esencia es una herramienta de evaluación técnica utilizada para medir las habilidades de programación de candidatos en procesos de selección de personal. Se enfoca en pruebas automatizadas y desafíos de codificación para evaluar conocimientos en algoritmos, estructuras de datos, resolución de problemas y otras competencias técnicas.

Algunas características clave de *CodeSignal* incluyen:

- *Coding Assessments:* Pruebas de codificación con ejercicios prácticos adaptados a diferentes niveles de experiencia.
- *Certificaciones:* Evaluaciones estandarizadas que permiten a los candidatos



demostrar su nivel de habilidades técnicas ante potenciales empleadores.

- Entrevistas en vivo: Un entorno interactivo para realizar entrevistas técnicas en tiempo real, con soporte para pair programming.
- Integración con ATS: Compatible con sistemas de seguimiento de candidatos (ATS) como *Greenhouse* y *Lever*, facilitando la gestión del proceso de selección.

Incorpora elementos de gamificación como por ejemplo:

Puntuaciones y Rankings: Los candidatos reciben un puntaje basado en su desempeño en las pruebas, lo que les permite compararse con otros programadores y mejorar su ranking global.

Niveles y Desafíos: La plataforma presenta retos de codificación con dificultad progresiva, incentivando a los usuarios a mejorar sus habilidades para desbloquear pruebas más avanzadas.

Certificaciones con Insignias: Los candidatos pueden obtener certificaciones verificadas (como la *General Coding Assessment - GCA*) que funcionan como insignias digitales para demostrar su nivel ante empresas.

Entorno Interactivo: *CodeSignal* permite a los reclutadores realizar entrevistas en vivo con una interfaz tipo "juego" en la que los candidatos pueden escribir código en tiempo real mientras colaboran con el entrevistador.

- La tercera experiencia es utilizada en una etapa diferente a las anteriores. *HireVue* es un proceso gamificado que se utiliza en la etapa de entrevistas, incorporando



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

elementos de juego como puntos, insignias y niveles, para motivar la participación de los candidatos. En las entrevistas también se utilizan preguntas y desafíos interactivos que dan cuenta de las habilidades de comunicación y resolución de problemas de cada aspirante (HireVue, 2022).

HireVue es una plataforma especializada en la selección de personal que integra inteligencia artificial y herramientas digitales para evaluar a los candidatos de manera automatizada y estructurada. Su funcionamiento se basa en la aplicación de entrevistas en video, pruebas cognitivas y evaluaciones técnicas, con el propósito de ofrecer a las empresas un proceso de contratación más eficiente y objetivo (HireVue, 2022).

En primer lugar, una de las características distintivas de *HireVue* es la implementación de entrevistas en video impulsadas por inteligencia artificial. A través de esta herramienta, los candidatos responden preguntas pregrabadas mientras la IA analiza su desempeño con base en diversos parámetros, tales como el lenguaje verbal, la entonación y las expresiones faciales. Este enfoque permite identificar patrones de comunicación y evaluar competencias clave sin la necesidad de un entrevistador en tiempo real.

Asimismo, la plataforma incorpora evaluaciones basadas en juegos, una estrategia que responde a los principios de la gamificación en los procesos de selección de personal. Dichas pruebas están diseñadas para medir habilidades cognitivas y capacidades como la toma de decisiones bajo presión, la memoria operativa y la velocidad de procesamiento. De este modo, los candidatos no solo son evaluados por sus conocimientos teóricos, sino también por su desempeño en escenarios dinámicos y simulaciones interactivas.

Por otro lado, *HireVue* facilita la integración con diversos sistemas de seguimiento de candidatos (ATS, por sus siglas en inglés), entre los cuales se destacan



plataformas como *Workday*, *Greenhouse* y *Taleo*. Esta compatibilidad optimiza la gestión del proceso de selección y permite a los reclutadores acceder de manera eficiente a los resultados de las evaluaciones. Finalmente, la plataforma ofrece pruebas específicas para evaluar habilidades técnicas, particularmente en programación y resolución de problemas algorítmicos. Estas pruebas, en conjunto con las entrevistas en video y los juegos cognitivos, constituyen un sistema integral que contribuye a la identificación de talento de manera más precisa y basada en evidencia.

- Finalmente, *Workday Talent Management* es un sistema de gestión de talento que utiliza elementos de juego para mejorar la eficiencia y la eficacia del proceso de selección. Por lo tanto, a diferencia de los anteriores, no se concentra en una etapa específica sino que se propuso la gamificación del proceso de selección completo. En la experiencia, se utilizan elementos como puntos, insignias, niveles y sistemas de seguimiento y registro del progreso, que promueven la motivación y participación de los candidatos en el proceso (Workday, 2022)

Workday Talent Management es un módulo dentro del ecosistema *Workday* que permite a las organizaciones gestionar de manera integral el ciclo de vida del talento. A través de herramientas basadas en inteligencia artificial, analítica de datos y automatización, esta plataforma optimiza procesos clave como la adquisición, el desarrollo y la retención de empleados. En este sentido, su enfoque se orienta a la identificación de habilidades, la planificación de carreras y la toma de decisiones estratégicas fundamentadas en datos.

En primer lugar, una de las principales funcionalidades de *Workday Talent Management* es la gestión del talento a lo largo de todo su ciclo de vida dentro de la empresa. Para ello, la plataforma proporciona herramientas analíticas avanzadas que permiten evaluar las competencias de los empleados, identificar fortalezas y determinar áreas de mejora. De este modo, la empresa puede implementar estrategias personalizadas de desarrollo profesional y asegurar un crecimiento



continuo dentro de la organización (Workday, 2022).

Además, el sistema facilita la evaluación del desempeño y la planificación de trayectorias profesionales a través de un enfoque basado en la retroalimentación continua. Los empleados pueden establecer objetivos individuales, recibir evaluaciones periódicas y acceder a planes de desarrollo alineados con sus aspiraciones profesionales. De esta manera, la plataforma promueve una cultura organizacional centrada en el aprendizaje y la mejora continua.

Por otro lado, *Workday Talent Management* integra herramientas especializadas en la adquisición y movilidad del talento. En este ámbito, la plataforma permite evaluar tanto a candidatos externos como a empleados internos, basándose en criterios como la experiencia, las habilidades y el desempeño previo. Adicionalmente, fomenta la movilidad interna dentro de la organización, facilitando la transición de los empleados hacia nuevas funciones o responsabilidades de acuerdo con sus competencias y expectativas de crecimiento.

Asimismo, una de las principales ventajas de esta plataforma radica en su capacidad para utilizar inteligencia artificial y analítica de datos en la gestión del talento. A través de modelos predictivos, *Workday Talent Management* permite identificar tendencias en la fuerza laboral, anticipar necesidades de formación y detectar riesgos de rotación. Como resultado, las organizaciones pueden adoptar estrategias proactivas para fortalecer su equipo de trabajo y mejorar la retención del talento.

Finalmente, es importante señalar que *Workday Talent Management* se integra de manera nativa con *Workday Human Capital Management (HCM)*. Gracias a esta compatibilidad, las empresas pueden centralizar la gestión del talento junto con otros procesos clave, como la administración de nómina, la planificación de la fuerza laboral y la gestión de la compensación. Esta integración contribuye a una administración más eficiente y alineada con los objetivos estratégicos de la organización (Workday, 2022)



Estos ejemplos muestran cómo se ha incorporado la gamificación y los juegos serios en la selección de personal. En general, lo que encontraron las empresas con las experiencias anteriores es que se puede:

- Aplicar herramientas tecnológicas para innovar los procesos transformando actividades, etapas o procesos completos.
- Hacer que el proceso sea más divertido y atractivo para los candidatos, ayudando en la atracción de candidatos calificados y en el aumento de la tasa de participación.
- Evaluar las habilidades y competencias de los candidatos de manera más precisa. Los juegos o la gamificación pueden proporcionar una evaluación más holística de las habilidades de los candidatos y conservar aspectos de observación y medición confiables.
- Mejorar la eficiencia y la eficacia del proceso de selección. Los juegos o la gamificación pueden automatizar partes del proceso de selección y reducir el tiempo necesario para completarlo.

En la tabla 7 se detalla los antecedentes mencionados: el nombre de la solución gamificada o el juego serio, el autor, la etapa del proceso de selección en la cual se utilizó, el año, el tipo: si fue juego serio o gamificación, la descripción y los resultados principales.

Tabla 7:

Experiencias previas de aplicación de juegos serios y gamificación en selección de personal.

Nombre	Autor / Organización	Etapas del proceso de selección	Año	Tipo	Descripción	Resultados
The Quest for Success	L'Oréal	Prueba de habilidades	2022	Juego serio	Juego de rol que evalúa las habilidades de	Aumento de la participación y la motivación



Nombre	Autor / Organización	Etapas del proceso de selección	Año	Tipo	Descripción	Resultados
					liderazgo, comunicación y trabajo en equipo de los candidatos.	de los candidatos.
CodeSignal	CodeSignal	Prueba de habilidades	2021	Juego serio	Juego de programación que evalúa las habilidades técnicas de los candidatos.	Aumento de la precisión y la eficiencia de la evaluación de las habilidades técnicas.
HireVue	HireVue	Entrevista	2022	Proceso gamificado	Entrevista virtual que utiliza elementos de juego para evaluar las habilidades de comunicación y resolución de problemas de los candidatos.	Aumento de la participación y la motivación de los candidatos.
Workday Talent Management	Workday	Proceso de selección completo	2022	Proceso gamificado	Sistema de gestión de talento que utiliza elementos de juego para mejorar la eficiencia y la eficacia del proceso de selección.	Reducción del tiempo necesario para completar el proceso de selección.

Sobre la evidencia del uso de juegos y gamificación.



Es llamativo que la mayoría de los estudios encontrados reportan efectos positivos del uso de los juegos y la gamificación en cualquier contexto, no obstante, el estudio de los efectos negativos de las intervenciones gamificadas también es crucial. Palmquist et al. (2021) destacan la importancia de esta área de investigación, mientras que Koivisto y Hamari (2019) señalan los posibles efectos adversos como una de las 15 vías de investigación sobre gamificación. Rahayu et al. (2022) advierten que, a pesar de las capacidades de la gamificación para influir en la motivación y el compromiso, existen preocupaciones sobre los impactos negativos que deben abordarse. La mayoría de los estudios de gamificación en educación, por ejemplo, se han centrado en logros motivacionales positivos, dejando una brecha en la identificación de resultados negativos en los estudiantes (Toda et al., 2017) (Andreu, 2024).

En este sentido y considerando el aumento significativo en la investigación sobre la utilidad de los juegos digitales, con múltiples revisiones sistemáticas presentando evidencia de alta calidad (Damaševičius, Maskeliūnas, & Blažauskas, 2023), la investigación en juegos, juegos serios y gamificación es crucial debido a su creciente uso en educación, salud, negocios y gobierno, lo cual requiere evaluar su efectividad y mejores prácticas de diseño. Además, el rápido avance de las tecnologías y técnicas en gamificación demanda estudios continuos para mantenerse al día con las nuevas tendencias y su aplicación en diversos contextos. Los juegos y la gamificación tienen un potencial positivo en la promoción de la salud, la educación y la motivación, por lo que es esencial comprender cómo pueden utilizarse de manera efectiva. El campo de la gamificación es relativamente nuevo y necesita una base sólida de evidencia para respaldar su uso en distintos ámbitos, estableciendo directrices y estándares. (Damaševičius, Maskeliūnas, & Blažauskas, 2023).

Se reconoce, entonces, la necesidad de desarrollar juegos y gamificaciones de procesos basados en evidencia, algunos campos como el de salud requieren especialmente la rigurosidad que esto implica para tratar problemas de salud física y mental. La gamificación y los juegos serios son formas comunes de tratamientos basados en juegos en estudios de atención médica (Damaševičius, Maskeliūnas, & Blažauskas, 2023) y esta necesidad es



transferible a otros campos como el educativo y el empresarial, lo que incluye su aplicación basada en la evidencia en los procesos de selección.

2.2.5.3. Métodos, procesos o herramientas para gamificar un proceso de selección

Ahora bien, la revisión de estas fuentes permitió identificar una variedad de métodos, marcos o frameworks, procesos y procedimientos, enfoques de evaluación y elementos de juego para gamificar procesos. Con respecto a los métodos utilizados se encontró lo siguiente.

- *Design Science Research (DSR)*: DSR es una metodología de investigación que se centra en diseñar y crear artefactos innovadores, como evaluaciones gamificadas o juegos serios, para abordar problemas prácticos. Implica ciclos iterativos de diseño, desarrollo, evaluación y refinamiento (Khaleghi et al., 2021).
- *Diseño centrado en el usuario (UCD)*: UCD es un enfoque que implica comprender las necesidades, preferencias y comportamientos de los usuarios objetivo para diseñar evaluaciones gamificadas o juegos serios efectivos y atractivos. Enfatiza involucrar a los usuarios en el proceso de diseño a través de técnicas como entrevistas a usuarios, encuestas y pruebas de usabilidad (Altomari et al., 2023).
- *Desarrollo ágil*: las metodologías de desarrollo ágil, como *Scrum* o *Kanban*, se pueden utilizar para desarrollar evaluaciones gamificadas o juegos serios de manera iterativa e incremental. Esto permite flexibilidad, ciclos de retroalimentación rápidos y mejora continua (Khaleghi et al., 2021).
- *Métodos de evaluación psicométrica*: los métodos de evaluación psicométrica, como la teoría de respuesta al ítem (IRT) o la teoría de pruebas clásica (CTT), se pueden utilizar para desarrollar medidas válidas y confiables dentro de evaluaciones gamificadas o juegos serios. Estos métodos ayudan a evaluar las propiedades psicométricas de la evaluación o del juego, como la confiabilidad y la validez (Bina et al., 2021; Obaid et al., 2020; Hommel et al., 2022).



- Herramientas y tecnologías de desarrollo de juegos: se pueden utilizar varias herramientas y tecnologías de desarrollo de juegos, como *Unity*, *Unreal Engine* o *HTML5*, para crear evaluaciones gamificadas o juegos serios. Estas herramientas proporcionan una variedad de características y funcionalidades para diseñar y desarrollar experiencias interactivas y atractivas (Saleh et al., 2020; Khaleghi et al., 2021; Su et al., 2021; Ramos-Villagrasa et al., 2022; Altomari et al., 2023).

Además de esto, se encontró la utilización de Frameworks o marcos de trabajo para la creación o diseño como por ejemplo el MDA (Mecánica, Dinámica y Estética), que proporciona un enfoque estructurado para diseñar evaluaciones gamificadas o juegos serios, ayudando a definir las mecánicas, las dinámicas y las experiencias deseadas del jugador (Khaleghi et al., 2021). Este marco de trabajo establece que para gamificar se requiere la definición de elementos en 3 categorías: Mecánicas, Dinámicas y la Estética. Las primeras son elementos que determinan y regulan las actividades de juego: ranking, sistemas de puntos, ambientes, escenarios, reglas, misiones, premios, entre otros. Las segundas son aspectos que describen la experiencia del jugador: competitividad, logro, expresión o estatus, entre otros. Finalmente, la estética se refiere a los componentes visuales y de presentación que generan reacciones emocionales, atractivas y satisfactorias para los participantes. (Saleh et al., 2020).

Otro framework utilizado en el diseño es lo que se denomina como el campo del game design. La teoría del diseño de juegos es una referencia importante que comprende la definición de un concepto de juego, definiendo la idea principal del juego, lo que incluye el género, la historia, el estilo artístico y otros aspectos fundamentales; las mecánicas de juego como las reglas y sistemas que gobiernan la acción de los jugadores en el juego: la jugabilidad, las mecánicas de control, las físicas del juego y la progresión del jugador; la narrativa que implica la creación de la trama, los personajes y el diálogo; el arte y diseño gráfico que define los elementos visuales del juego como personajes, escenarios, objetos y efectos visuales; el sonido y música que puede incluir música de fondo, efectos de sonido y diálogos grabados; pruebas y ajustes que implican un proceso iterativo de pruebas para



recopilar comentarios y hacen cambios que mejoren la experiencia del jugador; economía de juegos para gestionar los elementos como monedas virtuales, compras en la aplicación y recompensas; experiencia del usuario que incluye consideraciones de usabilidad y experiencia del usuario para garantizar que el juego sea fácil de entender y jugar; diseño de niveles en los que se crean desafíos equilibrados y emocionantes para los jugadores; y aspectos técnicos entre otros, para garantizar el buen funcionamiento. (Saleh et al., 2020)

De igual manera, se identificaron algunos marcos conceptuales cuyo uso se asocia más con la investigación que con la creación. Los marcos conceptuales son importantes porque ayudan a entender el uso que se le da a la gamificación y a los juegos serios, expresan las perspectivas paradigmáticas y de conocimiento y permiten entrever la mirada futura de los autores. Algunos marcos conceptuales que resultan particularmente interesantes son: la definición de concepto de Huotari y Hamari, quienes definen la gamificación como la mejora de un servicio con posibilidades similares a las de un juego y su capacidad para crear valor agregado (Bina et al., 2021). Este asunto de traer elementos de la cadena de valor al campo de los juegos también es mencionado por autores como Su et al. (2021).

Otro marco más detallado para la investigación sobre gamificación es ofrecido por Liu et al., quien refiere las teorías sobre el diseño y uso de la gamificación aplicadas en los procesos de construcción de conocimiento (Bina et al., 2021). Así por ejemplo, los marcos de trabajo del diseño de juegos presentados anteriormente (Saleh et al., 2020), brindan elementos importantes sobre la estructura para el análisis de los mismos. Desde este punto de vista los juegos deben tener una estructura y función claramente definidas y la tarea de quien diseña y de quien investiga es comprender en primer lugar la estructura, definirla y determinarla para conocer con mayor detalle la función. De esta manera, es posible identificar los efectos que tiene la gamificación y los juegos serios en los participantes o jugadores. Este es un marco estructurado y determinístico.

Por último, otra concepción que aunque no es nueva, sigue siendo interesante, es la mencionada por Albadán et al. (2016), quien comprende los juegos y la gamificación como



herramientas, ubicándolos a la par de la concepción instrumental generalizada que se atribuye a la tecnología y sus artefactos. Esta mirada deja ver una intencionalidad mediatizada, que resulta fácil de entender y que implica que los juegos serios y la gamificación no son fines en sí mismos sino medios para conseguir otro propósito ulterior.

Enfoques de evaluación en el campo de los juegos

Considerando la utilidad de la evaluación en los procesos de selección de personal, se incluyó este apartado para conocer algunos aspectos de la evaluación en el campo de los juegos y la gamificación a partir de las fuentes revisadas, encontrando un desarrollo aplicado del campo de los juegos para la evaluación. Esto supone la definición y construcción de enfoques de trabajo específicos que permiten un desarrollo instrumental único para cada caso en el que se requiere la evaluación. En primer lugar, Bangerter et al. (2012), desde el punto de vista psicométrico, refiere el enfoque de las reacciones del solicitante en el que se observa y detalla cómo los candidatos se comportan. Es decir, que algunos indicadores claves para la evaluación pueden obtenerse en la observación de las reacciones de los jugadores. Así mismo, se menciona el enfoque del proceso social en el que los comportamientos son medidos y comparados en relación con grupos de referencia, lo que supone que los comportamientos grupales son referentes importantes para conocer el desempeño individual en algún dominio. De esta manera, los juegos permiten medir, registrar y comparar estos comportamientos de los individuos tal como lo hacen los métodos tradicionales, como la estadística, en la que varias medidas pueden ser comparadas en un mismo individuo en diferentes momentos y con otros individuos en un grupo de referencia.

Ramos-Villagrasa et al. (2022), por su parte, presenta dos tipos de enfoques de evaluación desde el campo de los juegos y la gamificación. Según el autor, los juegos o la gamificación se utilizan para la evaluación añadiendo elementos de juego a una prueba de evaluación existente o desarrollando juegos para evaluar



habilidades específicas. El 1º tipo se denomina evaluación de gamificación y el 2º tipo se denomina juegos lúdicos.

Otros estudios sugieren que los elementos de evaluación en los GRA (*Game Related Assessment*) son utilizados para gamificar la selección de personal, incluso en tareas simples como la revisión de cartas de recomendación en las cuales se busca soporte de algunas habilidades o actitudes de los candidatos. Se encontró que las cartas de recomendación son susceptibles de un análisis del juego de señalización basado en intereses divergentes de las 3 partes involucradas: el solicitante (o destinatario), el autor de la carta y la organización. Los intereses de los escritores suelen estar más alineados con los del solicitante y menos con los de la organización. Así, los escritores se enfrentan a menudo a una especie de dilema del prisionero (Bangerter et al., 2012; en Ramos-Villagrasa et al., 2022). Este es un ejemplo de un caso específico en el que el análisis de un soporte documental, utilizado normalmente para revisar algunos aspectos del ser o el hacer de los candidatos en el proceso de selección puede hacerse desde un enfoque de juego evaluativo.

En otro estudio como el de Bina et al. (2021), se menciona que algunas organizaciones utilizan juegos de simulación competitivos para identificar talentos y adaptar los métodos de evaluación existentes para aumentar la participación de los solicitantes. Además, se expresa que está surgiendo una industria incipiente que proporciona a las organizaciones capacidades de evaluación por medio de juegos (por ejemplo, *Arctic Shores*, *KnackApp*, *pymetrics*). Sin embargo, el texto no proporciona una lista completa de todos los modelos existentes. En este caso, los juegos de simulación son un conjunto de aplicaciones muy específicas en las cuales el componente de realidad simulada cumple un papel importante. Se asume que los escenarios de simulación por su cercanía a la realidad permiten observar el comportamiento humano con un buen nivel de confiabilidad.

Por otra parte, Altomari et al. (2022) sugiere que el concepto de reclutamiento



representa en sí mismo un enfoque evaluativo que, cuando es gamificado, se convierte en un proceso evaluativo en el marco de los juegos. El reclutamiento es, normalmente, una fase o etapa del proceso de selección y, desde el autor, se infiere que si la actividad del proceso de selección ya es evaluativa, entonces gamificarla produce un tipo particular de juego, uno evaluativo. Esta particularización de la gamificación es interesante y no solo podría aplicarse sobre actividades o etapas del proceso cuando son evaluativas, sino también desde la perspectiva del dominio o del objeto de evaluación, por ejemplo gamificar la evaluación de competencias puede asumirse como un enfoque independiente del campo de la medición a través de juegos, donde existen varios modelos para la evaluación de competencias por medio del juego o la gamificación: el Inventario de estilos de aprendizaje (LSI) de Kolb, el Cuestionario de estilos de aprendizaje (LSQ) de Honey y Mumford, el modelo de estilos de aprendizaje de Felder y el modelo de Silverman, Bartle y BrainHex. También menciona el modelo de información IMS LIP e IMS ePortfolio (Cheniti-Belcadhi et al., 2019).

Mecánicas y dinámicas de juego

Un juego, asumido como sistema o como proceso, está conformado por un conjunto de elementos. Son estos los que, normalmente, son utilizados en la gamificación para transformar los procesos. Los elementos de juego constituyen los componentes individuales que conforman la arquitectura subyacente de una experiencia lúdica. Estos componentes abarcan desde entidades tangibles, como objetos y personajes, hasta elementos abstractos, como reglas y puntuaciones, todos ellos son esenciales para el tejido del juego, porque representan las bases principales. Por ejemplo, en el contexto de un videojuego, estos elementos comprenden desde los personajes jugables, los antagonistas, los niveles de juego, hasta las armas y los sistemas de puntuación, entre otros (Salen & Zimmerman, 2004).

A estos elementos se agregan factores que se asocian con los componentes



estructurales (mecánicas de juego) y la experiencia de juego (dinámicas de juego). Las primeras se refieren al conjunto de reglas, sistemas, interacciones y acciones que determinan la forma en que los jugadores interactúan con los elementos de juego y con otros jugadores. Estas mecánicas ejercen la función de prescribir las pautas y los límites que regulan la conducta de los jugadores y que determinan su progresión dentro del juego, en esencia, encarnan las modalidades de participación y pueden englobar acciones como saltar, disparar, la recolección de objetos, la solución de acertijos, la acumulación de puntos y la escalada a niveles superiores. Son las directrices fundamentales que modelan la experiencia de juego en su conjunto, generando unos comportamientos y unos dinamismos particulares denominados dinámicas de juego. Estas se refieren a los patrones dinámicos y emergentes de comportamiento, interacción y resultados que se materializan cuando las mecánicas de juego son aplicadas dentro del contexto de una experiencia de juego. Capturan la forma en la cual el juego evoluciona en tiempo real, las reacciones ante las mecánicas y cómo la experiencia se desarrolla en una sesión de juego. Las dinámicas pueden abordar aspectos como la competencia entre jugadores, la colaboración, la toma de decisiones estratégicas, la resolución de problemas y las emociones que los jugadores experimentan; representan la interacción fluida y en constante mutación entre los elementos y las mecánicas de juego (Salen & Zimmerman, 2004; Adams & Dormans, 2012; Schell, 2008).

Ahora bien, en la literatura revisada se utilizaron diferentes mecánicas, por ejemplo: en las aplicaciones de reclutamiento y capacitación se usaron insignias, tablas de clasificación y puntos (Obaid et al., 2020).; en la gamificación de las soft skills de los candidatos se utilizaron elementos de juego como las texturas, el feedback, los avatares, los efectos visuales y las locuciones (Altomari et al., 2023). Selay & Şeyma (2015) en su estudio utilizaron avatares, niveles, desbloqueo de contenido, tablas de clasificación, logros, bienes virtuales, puntos, equipos e insignias, tableros de juego, tableros de clasificación y tarjetas de perfiles. Por otra parte, entre las dinámicas esperadas, se encuentran, la implicación, el compromiso o engagement;



el placer o satisfacción y la funcionalidad (Altomari et al., 2022).

En la siguiente tabla, se presenta una recopilación de elementos, mecánicas y dinámicas utilizadas frecuentemente:

Tabla 8

Elementos, mecánicas y dinámicas de juego

Elementos de Juego	Mecánicas de Juego	Dinámicas de Juego
Personajes jugables	Movimiento y navegación	Competencia entre jugadores
Power-Ups y objetos	Interacción con objetos	Colaboración en equipos
Escenarios y niveles	Resolución de acertijos	Toma de decisiones estratégicas
Monedas y puntos	Combate y enfrentamientos	Exploración y descubrimiento
Objetos coleccionables	Personalización de personajes	Comercio y economía interna
Vehículos o monturas	Sistema de salud y curación	Creación y personalización de contenido
Enemigos y oponentes	Construcción y creación	Comunicación y negociación
Aliados y personajes no jugables	Gestión de recursos	Roles y especializaciones en equipo
Objetivos y misiones	Progresión y niveles	Diplomacia y alianzas
Armas y equipo	Crafting y creación de objetos	Desafíos y eventos especiales
Ambientación y narrativa	Toma de decisiones narrativas	Influencia del entorno en la jugabilidad

2.2.5.4. Evaluación de un proceso gamificado

La Evaluación de la Tecnología (ET), representa un procedimiento científico de naturaleza



interactiva y comunicativa cuyo propósito es contribuir de manera significativa a la formación de la opinión pública y política en relación con los aspectos de índole social inherentes a la ciencia y la tecnología (Rodríguez et. al., 2021). Una forma comúnmente aceptada para llevar a cabo procesos de ET es por medio de las realización de pruebas unitarias y pruebas integradas.

Estas últimas, en el ámbito de la ingeniería de software y el desarrollo de tecnologías, representan herramientas fundamentales para asegurar la funcionalidad, estabilidad y calidad de los sistemas tecnológicos. Las pruebas unitarias, también conocidas como unit testing, consisten en la evaluación de componentes individuales de un sistema, verificando que cada módulo o función cumpla con su propósito de manera independiente. Según Jorgensen (2017), las pruebas unitarias permiten detectar errores tempranamente, facilitando la identificación de problemas de implementación específicos en módulos o unidades de software. Esto es especialmente importante en entornos de desarrollo ágil, donde se busca un ciclo rápido de corrección y verificación de errores (Beck, 2000). La granularidad de las pruebas unitarias permite, además, asegurar que cada componente funcional básico funcione como se espera antes de ser integrado con otros módulos.

Por otro lado, las pruebas integradas, o integration testing, verifican la interacción entre los distintos módulos del sistema, evaluando el comportamiento del software cuando los componentes individuales trabajan conjuntamente. Sommerville (2016) señala que esta fase de pruebas es esencial para garantizar la cohesión y coordinación entre diferentes partes del sistema, ya que los problemas de integración suelen emerger cuando los módulos independientes deben operar en conjunto. A través de las pruebas integradas se busca validar no solo la funcionalidad de las conexiones entre módulos, sino también el flujo de datos y la comunicación interna en un entorno realista y completo (Binder, 1999). La integración de módulos permite a los desarrolladores detectar y corregir fallos de interfaz y de compatibilidad, que pueden afectar el rendimiento y la fiabilidad del sistema final (Pressman & Maxim, 2020).



Ambos tipos de pruebas desempeñan roles complementarios en la validación de tecnologías. Mientras las pruebas unitarias son críticas para la corrección y eficiencia de módulos específicos, las pruebas integradas se enfocan en la robustez del sistema en su conjunto, proporcionando una visión completa del funcionamiento del sistema antes de su despliegue final (Kaner, 2004). Según Myers, Sandler y Badgett (2011), las pruebas integradas son un paso necesario para consolidar los resultados de las pruebas unitarias, ya que aseguran que el sistema funcione correctamente en situaciones complejas donde intervienen múltiples módulos y procesos concurrentes.

De manera conjunta, las pruebas unitarias e integradas permiten construir tecnologías fiables y seguras. Su implementación sistemática en el proceso de desarrollo reduce significativamente los errores y garantiza que el sistema cumpla con los requerimientos establecidos por los usuarios y las especificaciones técnicas (Humphrey, 2005). Así, estas pruebas son fundamentales en la construcción de tecnologías de alta calidad y en la mitigación de riesgos en etapas tempranas de desarrollo.

En este sentido las pruebas unitarias e integradas suministran información muy valiosa para dar cuenta de aspectos estructurales y funcionales de las tecnologías, pero tienen una capacidad baja para dar cuenta de los efectos que tienen los artefactos tecnológicos en las personas, lo que hace necesario considerar otros enfoques que logren informar sobre el grado en que las tecnologías resuelven los problemas para los cuales fueron creadas.

De esta manera, la ET también debe ser conceptualizada como una modalidad de investigación y medición encargada de examinar exhaustivamente las posibles consecuencias, tanto a corto como a largo plazo, que pueden surgir como resultado de la introducción y adopción de nuevas tecnologías en diversos contextos, incluyendo aspectos de índole social, económica, ética y legal. (Rodríguez et. al., 2021). Por esta razón, la ET ha venido incluyendo indicadores que no solo miden el uso o el resultado de los artefactos, sino también el impacto que tienen en la vida humana y social. En este marco, cobra importancia el concepto de experiencia porque incluye un análisis sobre la usabilidad y la



funcionalidad vinculada con factores inclusivos, accesibles, estéticos y emocionales.

Por lo anterior, y para efectos de la presente propuesta, se propone una perspectiva de evaluación orientada a la Experiencia de Usuario (UX), la cual se basa en un enfoque centrado en las personas o usuarios, pues en el contexto actual comprender las necesidades humanas es una tarea de interés fundamental para la tecnología. La práctica de la UX, el diseño de experiencia de usuario (Diseño UX), se ha convertido en un factor clave para el éxito de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La calidad de la experiencia influye en la satisfacción, la eficiencia y la eficacia de la interacción de los usuarios con artefactos tecnológicos y productos como: procesos, dispositivos móviles, aplicaciones web y otros sistemas informáticos. (Córdoba, 2013). Su potencial se encuentra en su énfasis marcado en las necesidades de las personas y en la evaluación constante de su experiencia, que implica la medición e interpretación de múltiples factores subjetivos y objetivos, tales como la usabilidad, la inclusión, la accesibilidad, la inmersión, la estética, la interacción y la satisfacción. Además, cada contexto y cada usuario puede presentar diferentes necesidades, expectativas y preferencias, lo que requiere un enfoque evaluativo personalizado y flexible (González-Ramos, A.M. et al., 2020)

Para el caso de la gamificación, sus resultados son normalmente elaboraciones tecnológicas o de innovación, lo que incluye diseño de procesos, artefactos tecnológicos, modelos, sistemas informáticos, videojuegos, entre otros. Todas estas producciones son susceptibles de una valoración desde el punto de vista UX y dependiendo de sus características requieren algún tipo de técnica o herramienta particular. Algunas posibilidades son las presentadas por Yanes, Cascado & Sevillano (2017):

Tabla 9:

Técnicas de la evaluación UX

Dimensión	Categoría	Subcategoría	Técnica
Sobre sistemas	Conducidos por	Métodos de	Inspección de lineamientos o estándares



reales o prototipos	expertos	inspección	Evaluación de heurísticos
			Recorrido cognitivo
			Recorrido pluralista
			Análisis de tarea
			Cuestionarios
		Métodos de consulta	Observaciones de campo
	Métodos basados en los usuarios		Grupos focales
			Método de sombreado
		Métodos de testeo	Aprendizaje por co-descubrimiento
			Protocolos de preguntas y respuestas
Predictivas	Modelado analítico	-	-
	Simulación	-	-

Nota: Tomado de Yanes, Cascado & Sevillano (2017)

Ahora bien, estas técnicas se utilizan para recolectar, procesar o analizar información sobre aspectos o factores de la UX, algunos indicadores que pueden considerarse para la evaluación de la gamificación pueden ser:

Tabla 10:

Indicadores para la evaluación de UX en la gamificación de procesos.

Aspecto Evaluado	Indicadores	Fórmula	Autores	Artículo	Año
Usabilidad	Tasa de éxito	Tareas completadas con éxito / Total de usuarios	Nielsen, J.	"Usability Engineering"	1993
	Eficiencia	Tareas completadas /	Davis, F.D. et	"User Acceptance of	198



Aspecto Evaluado	Indicadores	Fórmula	Autores	Artículo	Año
Accesibilidad		Tiempo empleado	al.	<i>Information Technology"</i>	9
	Error de usuario	Número de errores / Total de acciones	ISO 9241-11	<i>"Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)"</i>	1998
	Nivel de cumplimiento de WCAG	Número de criterios cumplidos / Total de criterios	W3C	<i>"Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0"</i>	2008
	Tiempo de interacción para usuarios con discapacidad	Tiempo total de interacción para completar tareas / Tiempo total de interacción para usuarios sin discapacidad	Lazar, J. et al.	<i>"Research-Based Web Design & Usability Guidelines"</i>	2004
Inclusividad	Proporción de características accesibles implementadas	Número de características accesibles implementadas / Total de características evaluadas	Singh, S. et al.	<i>"Accessibility Evaluation of E-commerce Websites"</i>	2017
	Nivel de satisfacción de los usuarios diversos	Promedio de la calificación de satisfacción de los usuarios diversos	Hassenzahl, M. & Monk, A.F.	<i>"The Inference of Perceived Usability from Beauty"</i>	2010
	Equidad de uso	Proporción de usuarios que completan las tareas / Total de usuarios	González-Ramos, A.M. et al.	<i>"Inclusive Design for People with Diverse Abilities"</i>	2020



Aspecto Evaluado	Indicadores	Fórmula	Autores	Artículo	Año
Interacción	Nivel de adaptabilidad a diferentes contextos culturales	Porcentaje de funcionalidades adaptadas a diferentes culturas	Väänänen-Vainio-Mattila, K.	"Cultural Usability in Mobile HCI: Exploring Cultural Effects on User Experience with Mobile Phones"	2008
	Eficiencia de interacción	Tareas completadas con éxito / Total de interacciones	Preece, J. et al.	"Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction"	2005
	Número de pasos para completar una tarea	Número de pasos requeridos para completar la tarea	Lewis, C. et al.	"Task-Centered User Interface Design: A Practical Introduction"	1994
	Diversidad de acciones de interacción	Número de acciones diferentes realizadas por los usuarios / Total de acciones posibles	Ponto, K. et al.	"Exploring User Interaction Diversity in Human-Computer Interaction"	2008
Experiencia de Usuario General	Índice de Satisfacción del Usuario (ISU)	(Suma de las calificaciones de satisfacción de los usuarios) / (Número total de usuarios encuestados)	Brooke, J.	"SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale"	1996
	Valor Emocional	Escala de evaluación de 1 a 7	Desmet, P.M.A.	"The Design of Products with Kansei Engineering"	2002
	Engagement	Tiempo de interacción / Duración total	O'Brien, H.L. & Toms, E.G.	"What Is User Engagement? A Conceptual Framework for Defining"	2008
	Flujo	Escala de evaluación de 1 a 7	Csikszentmihalyi, M.	"Flow: The Psychology of Optimal Experience"	1990



A partir de los resultados presentados con respecto a la caracterización de los procesos de selección, la identificación de métodos, procesos o herramientas para gamificar, los antecedentes en la gamificación de procesos de selección y la evaluación de la gamificación, se entiende que existen formas para aprovechar las bondades de la gamificación en la selección de personal y contribuir en el tratamiento de los problemas del talento TI y las necesidades organizacionales.

A pesar de esto, no se identificaron procesos integrales o con enfoque sistémico que permitan articular conocimientos y métodos provenientes de diferentes campos y disciplinas para precisar las acciones, potenciar los efectos positivos y aumentar el impacto en la resolución de los problemas planteados en el campo de la selección de personal, especialmente en cargos con alta demanda y poca oferta. Por esta razón, para la presente propuesta de investigación se propuso la exploración de la siguiente pregunta: **¿Cómo diseñar un modelo sistémico integrado para la gamificación de procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta?**

Esta pregunta principal se desglosa en las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cómo caracterizar procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta?
- ¿Cómo diseñar un modelo para gamificar procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta?
- ¿Cómo evaluar un modelo para gamificar procesos de selección de personal?



3. CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Tomando como punto de partida las preguntas del apartado anterior, se presentará, en este capítulo, el modelo gamificado elaborado para responder a dichos interrogantes. En primer lugar, se presentarán los objetivos asociados a cada una de las preguntas, el proceso de diseño abordando el *Design Science Research (DSR)* como la metodología utilizada y la selección de métodos, técnicas o herramientas ingenieriles incorporadas. En segundo lugar, se describirá el modelo para gamificar procesos de selección de personal, sus pasos o momentos, los procesos o procedimientos asociados a cada paso y los fundamentos teóricos y conceptuales que lo soportan.

3.1. *Diseño de un modelo para gamificar procesos de selección de personal*

Diseñar un modelo debe partir del reconocimiento de lo que este es. Un modelo puede definirse como una representación simplificada y abstracta de una realidad compleja, creada con el propósito de comprender, analizar, predecir o comunicar aspectos específicos de dicha realidad. Este concepto, aunque ampliamente compartido en diversas disciplinas, adquiere matices particulares según el contexto en el que se utilice. En primer lugar, desde la perspectiva de las ciencias naturales y las matemáticas, un modelo es visto como una herramienta que, mediante ecuaciones o gráficos, permite aproximarse a la comprensión de fenómenos físicos. Aunque estos modelos no representan con exactitud la realidad, su utilidad radica en su capacidad para prever y analizar el comportamiento de sistemas complejos (Box, 1979).

Por otro lado, en el ámbito de la economía, los modelos pueden entenderse como estructuras simplificadas que representan procesos económicos a través de funciones matemáticas. Estos modelos son fundamentales para comprender y predecir comportamientos económicos, al proporcionar una base teórica que facilita la toma de decisiones en contextos inciertos (Samuelson, 1947). De manera similar, en las ciencias sociales, algunos autores introducen una visión en la que



los modelos sirven para hacer más simples las relaciones complejas entre los individuos y su entorno, permitiendo así un análisis sistemático de los comportamientos humanos y sociales. En este sentido los modelos son esenciales para identificar patrones y dinámicas sociales que, de otro modo, permanecerían ocultos (Coleman, 1990).

Ahora bien, en la filosofía, un modelo puede comprenderse como una forma de representar el mundo o los estados de las cosas, de manera que pueda ser comparado con la realidad. Los modelos son estructuras lógicas o lingüísticas que permiten clarificar y comunicar ideas con alto nivel de complejidad (Wittgenstein, 1922).

En la ingeniería, particularmente, la concepción no es muy distinta. En esta, los modelos son utilizados como representaciones de sistemas que permiten experimentar, optimizar y prever el comportamiento antes de realizar modificaciones en el sistema real. Algunos autores resaltan que estos modelos son cruciales para entender sistemas complejos y su interacción con el entorno, especialmente en el contexto organizacional y de gestión (Schein, 1992). Con la aparición de la inteligencia artificial y sus posibilidades, se pudo agregar aspectos al concepto de modelo en el campo ingenieril, describiéndolos como representaciones estructurales que posibilitan no solo a los seres humanos, sino también a las máquinas, razonar sobre el mundo y tomar decisiones informadas. Este enfoque subraya la importancia de los modelos para el desarrollo de agentes autónomos y sistemas de aprendizaje (Russell & Norvig, 2021).

En síntesis, aunque la definición de un modelo varía según la disciplina, existe un consenso sobre su función esencial: simplificar y abstraer la realidad para facilitar su comprensión, predicción o intervención. A través de esta simplificación, los modelos se convierten en herramientas indispensables en la ciencia, la ingeniería, la economía, y otros campos del conocimiento, permitiendo que los expertos de cada área tomen decisiones informadas y avanzar en la comprensión de los fenómenos que estudian.

Para el caso de la gamificación en la selección de personal, y en línea con las preguntas planteadas,



el diseño del modelo implicó entender los procesos involucrados, identificarlos, describirlos y caracterizarlos; representar, abstraer y esquematizar y poner a prueba. Este conjunto de actividades se incluyó en una estructura metodológica que pudiera ofrecer respuestas válidas a los interrogantes expuestos.

3.1.1. Metodología

La metodología o marco metodológico seleccionado fue el *Design Science Research (DSR)*, el cual se refiere a un paradigma de solución de problemas que busca aportar en la construcción de conocimiento mediante la creación de artefactos y la generación de conocimiento de diseño, al respecto de la transformación de situaciones de la vida real (Vom Brocke, Hevner & Maedche, 2020).

La DSR crea productos como artefactos, teorías, frameworks, modelos, instrumentos, métodos o instancias que resuelven problemas y satisfacen necesidades en contextos claves. Son elaborados por medio de un trabajo de diseño en el que se produce el conocimiento de diseño y pueden partir del levantamiento de información y descripción de un problema o retomar construcciones previas para mejorarlas, complementarlas, ajustarlas o innovarlas. Si bien existen varias metodologías, en el presente estudio se utilizará la metodología de investigación de las ciencias del diseño DSRM, la cual se desarrolló como una metodología sistemática para guiar la investigación orientada al diseño, consolidando principios y prácticas del paradigma *Design Science Research (DSR)*. Su evolución comenzó con el surgimiento del DSR en las décadas de 1970 y 1980, impulsado por la necesidad de desarrollar y evaluar artefactos que resolvieran problemas prácticos en áreas como la ingeniería de sistemas y la informática. A medida que el campo avanzó, se reconoció la necesidad de un marco metodológico estructurado (Vom Brocke, Hevner & Maedche, 2020).

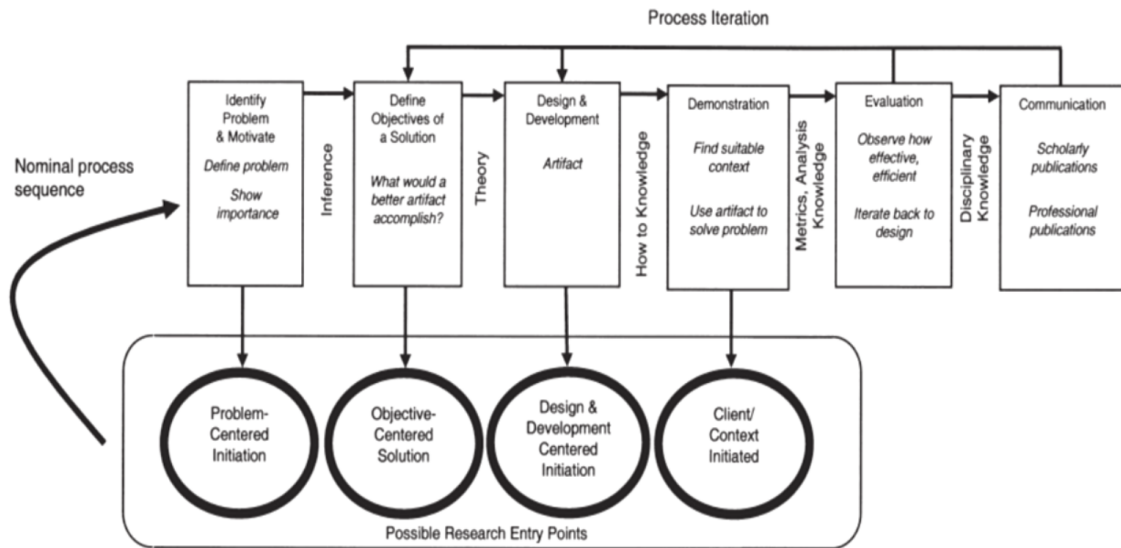
En este contexto, se consolidaron diversos principios que enfatizan la creación de artefactos que aborden problemas reales, la evaluación rigurosa de dichos artefactos y la generación

de conocimiento sobre el diseño. Posteriormente, se desarrollaron metodologías específicas para estandarizar estos procesos y proporcionar directrices claras para la investigación en DSR. El DSRM es una de estas entendiéndose como un marco coherente y detallado que se organiza en seis etapas iterativas que abarcan desde la identificación del problema hasta la comunicación de los resultados, facilitando una guía sistemática para la creación y evaluación de artefactos (Vom Brocke, Hevner & Maedche, 2020).

Como puede apreciarse en la figura 12, el DSRM comprende 6 etapas articuladas que funcionan de manera seriada o iterativa. Estas se fueron aplicando considerando que lo que tenía que ver con el problema ya había sido explorado. A continuación se presenta lo realizado en cada etapa.

Figura 12:

Metodología DSRM



Nota: Adaptado de Vom Brocke, Hevner & Maedche (2020).

Identificación del problema y motivación: se retomó el planteamiento del problema ya descrito y presentado en el capítulo 1, justificando su relevancia y el impacto potencial de su solución en el contexto específico. Se estableció un marco de referencia que permitió



comprender la naturaleza del problema y la necesidad de una intervención basada en un modelo.

Definición de los objetivos de la solución: se construyeron los objetivos del proyecto teniendo en cuenta las preguntas derivadas del estado del arte y que estaban articuladas con el planteamiento del problema. Además, se anticiparon los productos y los resultados esperados tras el cumplimiento o logro de los objetivos.

Diseño y desarrollo del modelo: en esta fase, se procedió con la conceptualización y la construcción del modelo de gamificación para la selección de personal que abordaría el problema identificado. El diseño se basó en la asociación conceptual del modelo de personalidad de Marston y la teoría de perfiles de jugador de Bartlet. Este proceso implicó la revisión en profundidad, el análisis y la esquematización para el modelado.

Demostración del modelo: en primer lugar se caracterizó la situación específica y se definió un estudio de caso como método para demostración y análisis de aplicabilidad, por lo que se usó el modelo y algunas herramientas para recomendar o proponer elementos de gamificación e implementarlos en una parte del proceso de selección del estudio de caso: la aplicación de pruebas para la evaluación de habilidades del pensamiento. La intención fue conocer la capacidad que tenía el modelo de gamificación para la selección de personal para aportar en la solución del problema definido.

Evaluación del modelo: la evaluación del modelo se llevó a cabo mediante pruebas unitarias y pruebas integradas en las cuales se utilizaron rejillas evaluativas, cuestionarios, pruebas de simulación y modelos especializados. Con estas herramientas se pudo conocer el funcionamiento general y específico del modelo de gamificación para la selección de personal.

Comunicación de los resultados: finalmente, los hallazgos y contribuciones de la



investigación fueron documentados y dispuestos para su comunicación. Se elaboraron 2 artículos de investigación, se participó en una ponencia en el marco de un encuentro nacional de semilleros y se escribió un documento de tesis (este documento).

A continuación, se presentan los objetivos construidos, desarrollados en la etapa 2 de la metodología y asociados con las preguntas derivadas del planteamiento del problema y el estado del arte.

3.1.2. Objetivos

3.1.2.1. General

Modelar la gamificación de procesos de selección con alta demanda y poca oferta.

3.1.2.2. Específicos

- Caracterizar un proceso de selección de personal con alta demanda y poca oferta.
- Diseñar un modelo para gamificar procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta.
- Evaluar el modelo para gamificar procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta.

3.1.3. Esquema metodológico

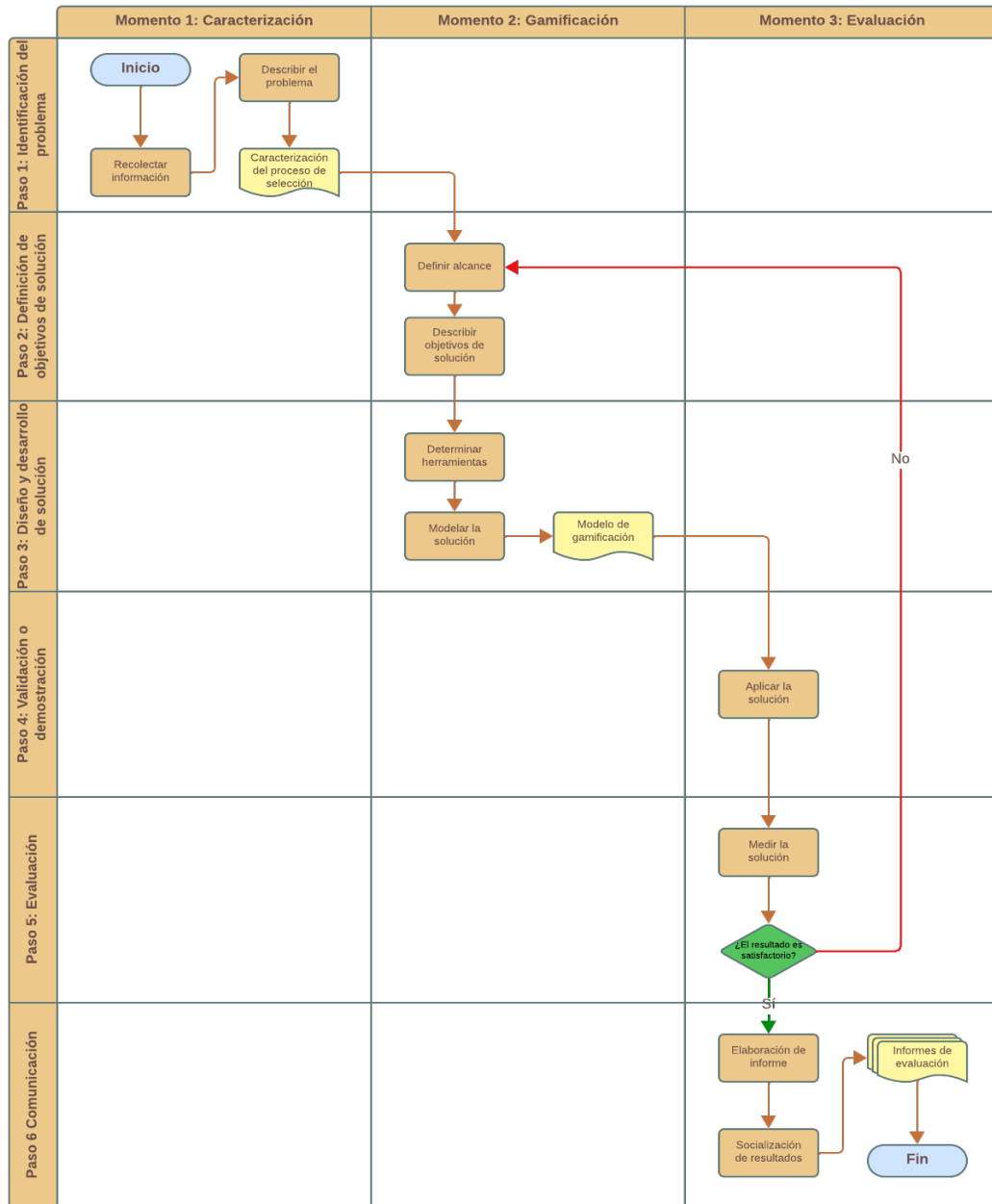
Con las etapas del DSRM y los objetivos se elaboró una matriz en la que se determinó la ruta de trabajo general, lo cual funciona como esquema metodológico general que presenta el enfoque, los objetivos y la ruta que se siguió durante el desarrollo del proyecto. El esquema es una adaptación de un modelo de flujo en el que se reemplazó el contenido de



los carriles o secciones horizontales que habitualmente corresponde con los responsables de las actividades, para asignar las etapas del DSRM. A continuación, se presenta el diagrama mencionado:

Figura 13:

Flujograma del proceso metodológico de modelado del proyecto





3.1.4. Técnicas y herramientas utilizadas

3.1.4.1. Estudio de caso

Puede entenderse como una estrategia de investigación (Yin, 2017), un enfoque metodológico (Coombs, 2022), o una metodología cualitativa (Jiménez, 2012). que implica la exploración profunda de un fenómeno dentro de un sistema bien delimitado, es decir, su contexto en la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes (Yin, 2017; Coombs, 2022; Jimenez, 2012).

El estudio de caso es especialmente útil para investigar situaciones complejas (Yin, 2017; Jimenez, 2012) o profundas (Coombs, 2022), donde múltiples variables interactúan, lo que lo hace adecuado para responder a preguntas de investigación del tipo “cómo” y “por qué”; puede abordar tanto estudios exploratorios como explicativos o descriptivos, y puede involucrar un único caso o varios casos (estudio de casos múltiples).

La metodología incluye la recolección de datos de diversas fuentes, como entrevistas, observación directa, documentos y artefactos, con el fin de obtener una comprensión integral y profunda del fenómeno bajo investigación. (Yin, 2017; Coombs, 2022). Se reconoce que esta metodología tiene ciertas limitaciones en cuanto a la confiabilidad y generalización de sus conclusiones, pero es valiosa para estudiar realidades complejas y cambiantes (Jiménez, 2012). En el gráfico siguiente se muestra el proceso del estudio de caso:

Figura 14:

Proceso del estudio de caso



Nota: Adaptación de Jimenez (2012)

Como puede apreciarse en el gráfico anterior, el proceso o método para aplicar el estudio de caso fue el siguiente:

- Selección y definición del caso: se eligió el caso apropiado y se definió claramente. Esto implicó identificar los ámbitos relevantes para el estudio, las fuentes de información, el problema y los objetivos de investigación.
- Elaboración de una lista de preguntas: una vez identificado el problema, se desarrollaron preguntas que guiaron la investigación. Estas preguntas ayudaron a orientar la recolección de datos.



- Localización de las fuentes de datos: los datos se recopilaban mediante la observación, entrevistas y el análisis de los resultados de tras la aplicación de la herramienta gamificada.
- Análisis e interpretación: se analizaron los datos cualitativamente para identificar y comprender algunas categorías emergentes de relevancia, luego se contrastó lo encontrado con los resultados cuantitativos derivados de la aplicación de la herramienta gamificada.
- Elaboración del informe: la descripción de lo realizado y los resultados obtenidos se consolidaron en el presente documento.

3.1.4.2. Modelado por Dinámica de Sistemas (DS)

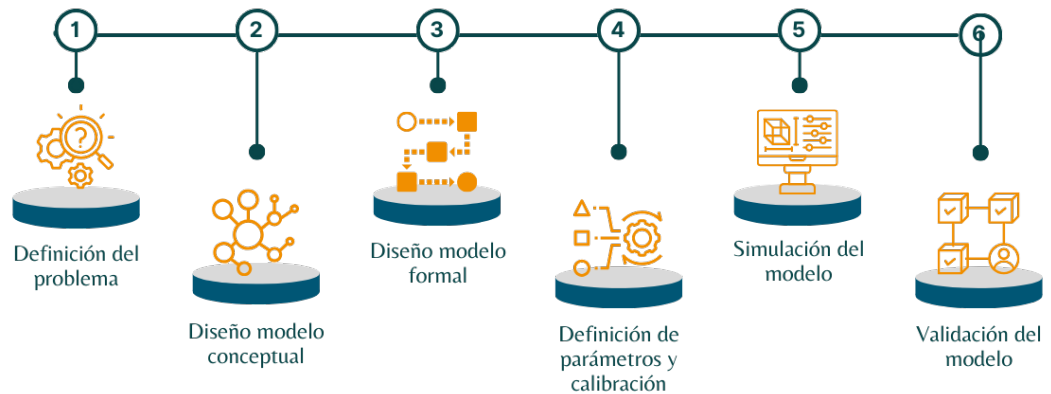
La dinámica de sistemas es un enfoque metodológico utilizado para entender y modelar el comportamiento de sistemas complejos a lo largo del tiempo, se basa en la noción de que los sistemas complejos, tanto naturales como sociales, están compuestos por múltiples elementos interconectados que interactúan entre sí a través de ciclos de retroalimentación. Estas interacciones producen comportamientos no lineales y, a menudo, resultados inesperados (Forrester, 1961).

La DS permite modelar la influencia que tienen diferentes elementos en un sistema, utilizando herramientas como diagramas de retroalimentación (*causal loops*), diagramas de flujos y acumulaciones (*stocks and flows*) y simulaciones. Los ciclos de retroalimentación son clave en la dinámica de sistemas: pueden ser positivos (refuerzan un cambio) o negativos (contrarrestan un cambio), y juntos generan comportamientos como crecimiento exponencial, oscilaciones o estabilidad (Forrester, 1961).

El proceso de modelado en DS fue el siguiente:

Figura 15:

Proceso de modelado en Dinámica de sistemas



En el marco del proyecto de maestría, la DS permitió caracterizar y comprender los procesos de selección que se realizan actualmente en la organización que hace parte del estudio de caso. Para modelar en DS se siguió el proceso anterior el cual permitió representar las interacciones clave de un sistema complejo. En primer lugar, se definió el problema, se identificó el fenómeno que se deseaba comprender, los patrones de comportamiento y la información relevante como las variables principales. Posteriormente, se desarrolló un modelo conceptual que identificó los componentes esenciales del sistema y las relaciones causales entre ellos, utilizando diagramas causales o bucles de retroalimentación construidos en Vensim para representar la influencia de las variables.

Posteriormente, se creó un modelo de sistemas dinámico que incluyó los flujos de retroalimentación y los retardos, que tradujeron las interacciones entre las variables en un modelo matemático. Esto permitió determinar los parámetros numéricos, considerando los datos históricos y la información entregada por los analistas del proceso de selección de acuerdo con su experiencia y los procesos realizados. El



modelo se calibró adecuadamente para asegurar que sus resultados coincidieran con el comportamiento observado en el sistema real. Luego, se realizaron simulaciones para observar su comportamiento a lo largo del tiempo bajo diferentes escenarios, lo que permitió analizar las dinámicas del sistema.

El modelo se validó mediante la comparación de los resultados de las simulaciones con datos empíricos y la consulta con expertos. Tras la validación, se utilizó principalmente para entender su funcionamiento e identificar posibles puntos de mejora.

3.1.4.3. Modelado de Ontologías

El modelado de ontologías ha sido esencial en la organización y estructuración del conocimiento en diversos dominios, permitiendo una comprensión compartida tanto por humanos como por máquinas. Este enfoque ha sido utilizado ampliamente en áreas como la inteligencia artificial y la web semántica. A través de la definición de clases, propiedades, relaciones y axiomas, las ontologías ofrecen una representación formal de un sistema, facilitando el intercambio y la interoperabilidad de datos. El desarrollo de estas estructuras permite la reutilización del conocimiento en diferentes contextos, asegurando consistencia y precisión en la interpretación de los datos.

Este tipo de modelado se basa en la idea de conceptualización explícita, en la cual se definen entidades clave y sus relaciones dentro de un dominio específico (Gruber, 1993). Las ontologías permiten la desambiguación de términos y conceptos, eliminando las posibles interpretaciones inadecuadas que podrían surgir al trabajar con grandes volúmenes de datos heterogéneos (Noy & McGuinness, 2001). Además, a través del uso de lenguajes formales como OWL, se asegura que los sistemas puedan razonar y realizar inferencias automáticas a partir de las reglas y



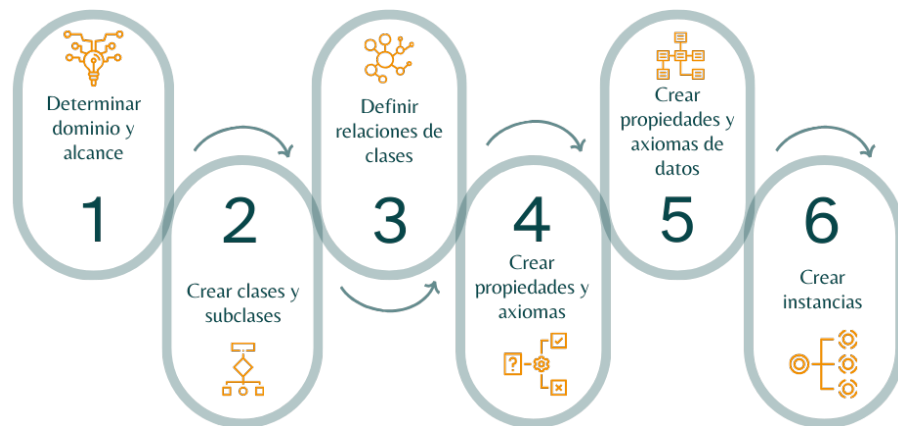
axiomas establecidos, lo que potencia su capacidad para generar nuevos conocimientos mediante los datos existentes (Berners-Lee et al., 2001).

El proceso de creación de ontologías no solo implicó la identificación de los conceptos y sus relaciones, sino también la validación del modelo a través de OQuaRE, un modelo de evaluación de ontologías que será presentado más adelante.

El procedimiento de modelado ontológico siguió los pasos que se presentan a continuación:

Figura 16:

Proceso de modelado ontológico



De esta manera, se determinó el dominio y el alcance del modelo, estableciendo con precisión los límites del sistema a representar. Posteriormente, se crearon las clases y subclases necesarias para organizar los conceptos de manera jerárquica, asegurando que cada entidad dentro del dominio estuviera claramente definida. Una vez establecidas las clases, se definieron las relaciones entre ellas, especificando cómo interactuaban y se conectaban.



Seguidamente, se crearon las propiedades y axiomas para definir las características y restricciones de las clases, garantizando la coherencia del modelo. También se definieron las propiedades y axiomas de los datos, que detallaron los atributos específicos de las instancias dentro de las clases. Finalmente, se generaron las instancias correspondientes, materializando ejemplos concretos de las clases previamente diseñadas, completando así el proceso de construcción del modelo.

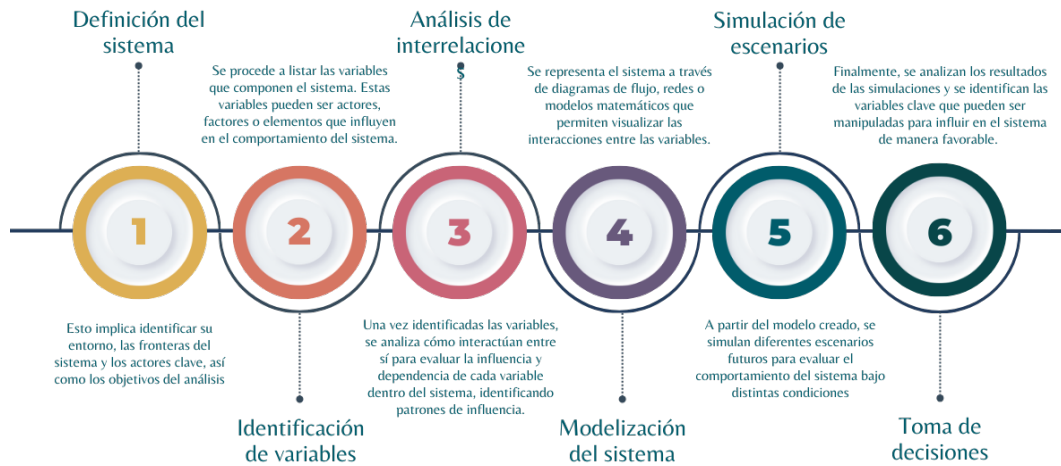
3.1.4.4. *Análisis sistémico (Godet)*

El análisis sistémico desarrollado por Michel Godet es una metodología clave en la prospectiva estratégica, porque permite analizar sistemas complejos con el fin de comprender y anticipar dinámicas futuras. Permite identificar las interrelaciones entre los diferentes elementos que componen un sistema, facilitando la previsión de cambios y el diseño de estrategias adaptativas (Godet, 1994).

Entre las herramientas utilizadas se encuentra el método *MICMAC* (Matriz de Impactos Cruzados, Multiplicación Aplicada a una Clasificación), utilizado para identificar variables clave en el sistema, clasificándolas según su influencia y dependencia. Este análisis ayuda a reconocer las variables motoras, que ejercen un impacto significativo sobre el sistema y las variables dependientes, que tienden a recibir influencia de otros factores (Godet, 2001).

Figura 17:

Proceso Análisis sistémico de Godet



El objetivo de este análisis sistémico es proporcionar una visión holística, que permita comprender no sólo las relaciones directas entre los elementos del sistema, sino también las influencias indirectas y los ciclos de retroalimentación. Este enfoque es particularmente útil para la toma de decisiones en entornos caracterizados por su complejidad e incertidumbre como en la gamificación de procesos y sus efectos, ya que permite prever los efectos potenciales de diferentes acciones o intervenciones dentro del sistema (Godet & Durance, 2011). El proceso seguido para el análisis sistémico se presenta en la figura 17.

El análisis sistémico se realizó siguiendo el proceso anterior. En primer lugar, se definió el sistema, estableciendo sus límites, su entorno y los actores clave involucrados, de manera que el sistema gamificado ya iniciado con el modelado ontológico fue el punto de partida para este análisis. Posteriormente, se identificaron las variables que componían el sistema que, en este caso, son el conjunto de variables definidas o recomendadas por el modelo ontológico.

Tras esto, se analizaron las interrelaciones entre estas variables, utilizando una matriz de impactos cruzados que facilitó la identificación de las influencias y dependencias mutuas dentro del sistema. Con esta información, se modeló el sistema mediante diagramas de flujo que representaban visualmente las conexiones



y dinámicas entre las variables. A partir de este modelo, se procedió a la simulación de escenarios futuros, explorando cómo se comportaría el sistema ante diferentes condiciones o eventos.

Finalmente, se analizaron los resultados de las simulaciones, identificando las variables clave que podrían ser intervenidas para influir positivamente en el sistema. Este análisis permitió tomar decisiones sobre qué componentes de la gamificación debían utilizarse para gamificar el proceso de selección.

3.1.4.5. Modelo de evaluación de ontologías OQuARE

OQuARE, es una adaptación de SQuARE, la cual define un proceso de evaluación completo de un producto de software. Combina la ISO 9126 y la ISO 14598 (ISO14598, 1999). SQuARE abarca dos procesos principales: la especificación de requisitos de calidad del software y la evaluación de calidad del software. OQuARE aprovecha los beneficios y las orientaciones prácticas de SQuARE. El objetivo es definir todos los elementos necesarios para la evaluación de ontologías: soporte de evaluación, proceso de evaluación y métricas. Esta adaptación es posible porque las ontologías se consideran artefactos de software. Incluye, el modelo de calidad y las métricas de calidad (Duque, Fernández, Stevens, & Aussenac, 2011).

Este modelo reutiliza y adapta las siguientes características de SQuARE: fiabilidad, operabilidad, mantenibilidad, compatibilidad, transferibilidad y adecuación funcional, entendiendo las ontologías como artefactos de software. Y, además, agrega otras características específicas que las ontologías deben tener, por lo que es necesario que se incluyan en su evaluación (Duque et al., 2011).

- Estructural: Propiedades ontológicas formales y semánticas importantes que se utilizan ampliamente en enfoques de evaluación de vanguardia. Algunas



subcaracterísticas son formalización, soporte de relaciones formales, cohesión, enredamiento, redundancia y consistencia (Duque et al., 2011).

- **Adecuación funcional:** Una ontología se evalúa según este criterio de acuerdo con el grado de cumplimiento de los requisitos funcionales, es decir, la idoneidad para su propósito previsto según Stevens y Lord (2009): ontología de referencia, vocabulario controlado, esquema y reconciliación de valores, búsqueda y consulta consistentes, adquisición de conocimiento, agrupamiento y similitud, indexación y vinculación, representación de resultados, clasificación de instancias, análisis de texto, orientación y árboles de decisión, reutilización de conocimiento, inferencia y precisión (Duque et al., 2011).
- **Fiabilidad:** Capacidad de una ontología para mantener su nivel de rendimiento bajo condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado. La recuperabilidad y la disponibilidad son algunas de sus subcaracterísticas (Duque et al., 2011).
- **Operabilidad:** Esfuerzo necesario para utilizar una ontología y, en la evaluación individual de dicho uso, por un conjunto de usuarios declarado o implícito, y se mide a través de subcaracterísticas como la capacidad de aprendizaje (Duque et al., 2011).
- **Mantenibilidad:** La capacidad de las ontologías para ser modificadas ante cambios en los entornos, en los requisitos o en las especificaciones funcionales. Algunas subcaracterísticas son modularidad, reutilizabilidad, analizabilidad, capacidad de cambio, estabilidad de modificación y capacidad de prueba (Duque et al., 2011).



3.1.5. Productos y resultados esperados

Finalmente, partiendo de los objetivos definidos se proyectaron los productos y los resultados del proyecto. A continuación, se presenta una tabla en la que se asocian estos con cada objetivo.

Tabla 11:

Productos y resultados por objetivo

Objetivos	Productos	Resultados
Caracterizar un proceso de selección de personal con alta demanda y poca oferta.	Caracterización de un proceso de selección de personal con alta demanda y poca oferta de talento	Caracterización del proceso de selección de personal
Diseñar un modelo para gamificar procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta.	Modelo de gamificación de un proceso de selección con alta demanda y poca oferta de talento	Modelo para gamificar un proceso de selección de personal
Evaluar el modelo para la gamificación de procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta	Informe de evaluación del modelo	Evaluación del modelo diseñado

En el apartado de resultados, conclusiones y trabajo futuro se presentará el logro o alcance de estos objetivos, productos y resultados.

3.2. *Modelo para gamificar procesos de selección de personal*

El modelo para la gamificación de procesos de selección de personal diseñado se fundamenta en una serie de relaciones conceptuales que le dan soporte, es importante entender estas relaciones para comprender los pasos o momentos intermedios del proceso y su relevancia. A continuación se presenta el soporte conceptual del modelo.



3.2.1. Soporte conceptual del modelo

3.2.1.1. *Teoría de personalidad Marston*

La teoría de la personalidad de William Marston se basa en la idea de que el comportamiento humano es una respuesta a las percepciones del entorno, combinadas con las reacciones del individuo frente a esas percepciones. Marston postuló que las personas perciben el entorno de dos maneras: como favorable (cuando no se perciben amenazas) o como desfavorable (cuando el entorno se percibe como amenazante). Estas percepciones influyen en cómo las personas reaccionan y se comportan, adoptando respuestas proactivas o pasivas. A partir de esta interacción, Marston identificó cuatro estilos de comportamiento fundamentales: Riesgo, Extroversión, Paciencia y Conformidad a Normas.

En primer lugar, el concepto de Riesgo reemplaza al tradicional de Dominancia en algunos enfoques y se refiere a la disposición de un individuo a actuar de manera decidida y proactiva frente a un entorno percibido como desfavorable o desafiante. Las personas con un alto nivel de Riesgo no solo buscan superar los obstáculos, sino que están dispuestas a enfrentar peligros y tomar decisiones rápidas para obtener resultados, aun cuando las condiciones sean inciertas o adversas. Este comportamiento es característico de personas que se destacan por su capacidad de liderazgo, inclinación hacia la competencia y búsqueda constante de logro, incluso en situaciones de alta presión (Marston, 1928).

Por otro lado, la Extroversión en la teoría de Marston se refiere a una respuesta proactiva frente a un entorno que se percibe como favorable. Los individuos que muestran un comportamiento extrovertido tienden a interactuar de manera abierta y enérgica con su entorno, y disfrutan de la socialización y el trabajo en equipo. Su inclinación a comunicarse y a establecer relaciones interpersonales es una característica distintiva. Este estilo de comportamiento también está relacionado



con la capacidad de influir positivamente en los demás y con la búsqueda de aprobación social y reconocimiento (Marston, 1928).

La Paciencia, por su parte, describe una respuesta pasiva en un entorno que se percibe como favorable. Las personas con un alto nivel de Paciencia prefieren la estabilidad, la consistencia y la armonía en su entorno. Su comportamiento se orienta hacia la colaboración y el soporte, evitando los cambios bruscos o las situaciones conflictivas. Este tipo de personas busca un ambiente predecible y seguro, donde puedan trabajar de manera constante y tranquila, sin la necesidad de ejercer control o presión sobre el entorno.

Finalmente, la Conformidad a Normas se refiere a la respuesta pasiva que adoptan los individuos cuando perciben el entorno como desfavorable. En este caso, las personas tienden a seguir reglas y procedimientos establecidos para evitar riesgos y mantener el control sobre la situación. La conformidad a normas implica una actitud cuidadosa y meticulosa, donde la seguridad y la precisión son prioridades. Las personas con este estilo de comportamiento tienden a ser analíticas, detallistas y orientadas hacia la calidad, buscando minimizar los errores y garantizar que todo esté alineado con los estándares predefinidos (PDA International, 2021).

Ahora bien, estos cuatro estilos de comportamiento, Riesgo, Extroversión, Paciencia y Conformidad a Normas, forman el núcleo de la teoría de personalidad de Marston. La teoría no solo proporciona una estructura para comprender cómo las personas interactúan con su entorno, sino que también es una herramienta valiosa para predecir cómo los individuos se comportarán en diferentes contextos. Esto tiene implicaciones significativas en ámbitos como la selección de personal, la gestión del talento y la dinámica organizacional, donde es fundamental entender cómo las personas tomarán decisiones, asumirán responsabilidades o interactuarán con sus colegas (Marston, 1928; PDA International, 2021).



3.2.1.2. *Modelo de perfiles de jugadores de Bartle*

El modelo de Bartle clasifica a los jugadores de videojuegos multijugador en cuatro arquetipos fundamentales basados en sus motivaciones y comportamiento dentro de un entorno virtual. Propuesto por Richard Bartle en su análisis de los *MUDs* (*Multi-User Dungeons*), este modelo se ha utilizado ampliamente para comprender las diferentes formas en que los jugadores interactúan con el juego y con otros jugadores. Los arquetipos identificados son los siguientes: *Achievers* (*Diamonds*), *Explorers* (*Spades*), *Socialisers* (*Hearts*) y *Killers* (*Clubs*). Cada uno de estos perfiles representa una forma distinta de experimentar y disfrutar el entorno de juego.

Los *Achievers* son jugadores cuya principal motivación es obtener recompensas tangibles dentro del juego, ya sea completando misiones, ganando puntos o alcanzando metas específicas. Para este grupo, el progreso personal medible es el factor clave que determina su satisfacción con la experiencia de juego. Se interesan principalmente en superar desafíos, acumular bienes y mejorar su estatus dentro del juego. La competencia y la optimización de recursos son características centrales de su enfoque.

En contraste, los *Explorers* se interesan más en la estructura del mundo del juego y en descubrir sus secretos ocultos. A diferencia de los *Achievers*, su satisfacción proviene del conocimiento y la exploración, más que de acumular bienes o lograr metas predefinidas. Los *Explorers* disfrutan desentrañando cómo funcionan los sistemas internos del juego, explorando territorios desconocidos y encontrando sorpresas en las mecánicas y los espacios virtuales.

Los *Socialisers*, por otro lado, valoran la interacción social por encima de los logros o la exploración. Para ellos, el juego es una plataforma para interactuar y formar relaciones con otros jugadores. Su experiencia de juego está centrada en la



comunicación y el intercambio social. Prefieren participar en eventos colaborativos o narrativos que permitan conectar emocionalmente con los demás. Las dinámicas de grupo y las redes sociales son clave para su disfrute.

Por último, los *Killers* son aquellos jugadores que disfrutan imponiéndose sobre otros dentro del entorno del juego. Buscan dominar a otros jugadores a través de competencia directa, ya sea en combate o en mecanismos de control y superioridad. Los *Killers* valoran el poder y la confrontación, ya que su principal motivación es ejercer influencia o afectar a otros jugadores, ya sea de manera positiva o negativa. En juegos multijugador, estos jugadores tienden a aprovechar las mecánicas competitivas para destacar y ganar reconocimiento mediante la confrontación.

Este modelo de Bartle no solo clasifica a los jugadores, sino que también revela cómo estas diferentes motivaciones pueden influir en la dinámica general del juego y en la comunidad que lo compone. Es importante destacar que un equilibrio entre estos arquetipos puede promover una experiencia de juego saludable y diversa. Si hay demasiados jugadores de un tipo, por ejemplo, muchos *Killers*, se corre el riesgo de alejar a los *Socialisers* o incluso a los *Achievers* y *Explorers*, que podrían verse frustrados si el entorno se torna excesivamente competitivo o agresivo.

Por tanto, el modelo de Bartle es una herramienta clave para los diseñadores de videojuegos, ya que les permite prever cómo diferentes tipos de jugadores interactuarán entre sí y cómo diseñar mecánicas y entornos de juego que atiendan a las necesidades de una amplia gama de usuarios. La correcta gestión de estos perfiles puede ayudar a crear un entorno más equilibrado y atractivo, manteniendo la retención de jugadores y mejorando la experiencia general.

3.2.1.3. Asociación de elementos de gamificación



Teniendo en cuenta los perfiles de jugador propuestas por Bartle, fue posible realizar un proceso cercano al análisis tarea (Card, 2018; Rasmussen, 1987): tomando como punto de partida cada perfil de jugador, se tuvieron en cuenta sus preferencias y comportamientos a la hora de realizar tareas en el marco de los juegos, con lo que se pudo identificar los elementos, las mecánicas y las dinámicas de juego más adecuadas para buen desempeño de dicho perfil. Este análisis permitió asociar cada perfil con conjuntos de algunos elementos de gamificación como se muestra en la figura 18.

Figura 18:

Asociación de elementos de los perfiles de jugador con los elementos de juego



Nota: Elaboración propia

3.2.1.4. Relación conceptual

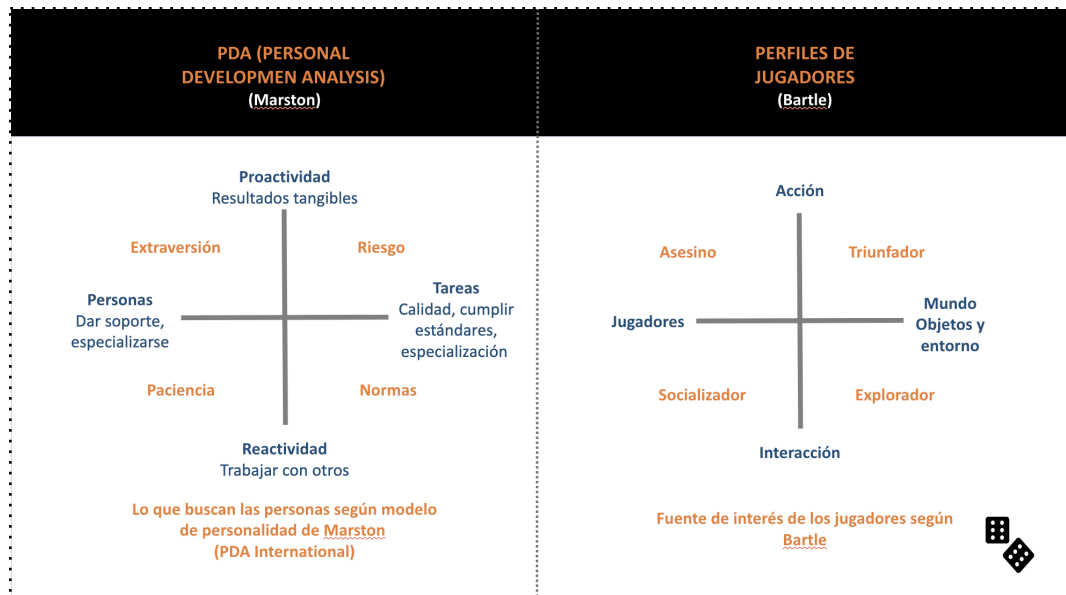
Teniendo en cuenta todo lo anterior, es posible mostrar la relación conceptual que permite la vinculación de algunos factores psicológicos asociados a las personas en el ámbito laboral con el campo de los juegos y la gamificación. Esta relación es



especialmente importante para el modelo que se está presentando porque soporta la recomendación de elementos para la gamificación, cumpliendo con mantener aspectos claves que deben ser observados durante la evaluación en la selección de personal.

Figura 19:

Coincidencia conceptual de la teoría de personalidad de Marston y el modelo de perfiles de jugadores de Bartle.



Nota: Elaboración propia

En el gráfico anterior, se muestran los ejes y los cuadrantes de cada una de las dos aproximaciones teóricas, la de Marston a la izquierda y la de Bartle a la derecha. En primer lugar, se observa una coincidencia teórica en lo que Marston denomina como “lo que buscan las personas” y lo que Bartle denomina “interés de los jugadores”. A partir de lo cual se puede mencionar lo siguiente:

- El eje vertical muestra rasgos de personalidad y comportamiento de juego que van desde la reactividad y el trabajo con otros (Marston) y la interacción (Bartle) a la proactividad (Marston) y la acción (Bartle).



- El eje horizontal muestra los rasgos de personalidad y comportamiento dirigidos a las personas o a los objetos. En este sentido, el eje va desde el interés a las personas (Marston) y a los jugadores (Bartle) a las tareas (Marston) y los objetos o el entorno (Bartle).

En segundo lugar, hay una correspondencia en el contenido de los cuadrantes, de los cuales se infiere lo siguiente:

- Las personas con rasgos de extroversión tienden a ser proactivos y se interesan por las personas, lo que corresponde con un perfil de jugador asesino.
- Las personas con rasgos de riesgo son proactivos y se interesan por las tareas, los objetos y el mundo, lo que corresponde con un perfil de jugador triunfador.
- Las personas con rasgos de normatividad, normalmente buscan trabajar con otros y realizar las tareas que se les dispone. El perfil de jugador que surge es el explorador.
- Finalmente, las personas que trabajan con otros, les interesan las personas, interactúan y dan soporte, pueden clasificarse en el perfil de jugador socializador.

Desde un punto de vista psicológico, los rasgos de personalidad explican el comportamiento de las personas en un sentido amplio, lo cual incluye, también, los comportamientos y conductas específicas que caracterizan a las personas cuando realizan tareas relacionadas con los juegos.

Por otra parte, al conocer los perfiles de jugadores y sus intereses es posible asociar conjuntos de elementos, mecánicas y dinámicas de juego a cada perfil, lo que da la oportunidad para diseñar juegos o construir procesos de gamificación que puedan



brindar los ambientes y espacios de tarea (Carretero, 1995; De vega, 1993) más idóneos para que cada perfil se desenvuelva lo mejor posible, es decir, que tenga los estímulos adecuados para experimentar engagement en el juego y mostrar todas sus habilidades y competencias, lo que es bastante conveniente en las actividades de evaluación en los procesos de selección de personal.

Con esto se garantiza que el proceso de selección que se gamifica cumpla con las condiciones necesarias para observar, medir y/o evaluar lo que se definió en el manual del cargo esperado.

3.2.2. Descripción del modelo

El modelo de gamificación de procesos de selección se presenta como una solución sistémica e integrada para abordar procesos de reclutamiento o etapas del mismo en contextos de alta demanda y poca oferta de talento. Este modelo tiene como objetivo transformar el proceso tradicional de selección mediante la recomendación de elementos de gamificación que podrán ser incorporados en las actividades del reclutamiento, generando un escenario más atractivo y dinámico para los candidatos y los reclutadores.

El modelo comprende 6 etapas cíclicas: Caracterización, Definición, Identificación, Asociación, Incorporación y Evaluación. Cada etapa tiene un propósito y un conjunto claro y definido de actividades a realizar para gamificar un proceso de selección de personal.

En este contexto del presente documento, la etapa de evaluación en particular no se considera como una evaluación del modelo, sino una evaluación de cualquier artefacto que pueda ser creado por el modelo. En un capítulo posterior, en el capítulo 4 se detalla el proceso utilizado para la evaluación del modelo como propuesta de solución para la problemática de investigación identificada.



3.2.2.1. Caracterización

El desarrollo del modelo comienza con la caracterización del proceso de selección a gamificar. Esta fase implica una descripción detallada de cada una de las etapas involucradas, así como la identificación de los actores que participan en el proceso y las actividades que llevan a cabo. Es fundamental, además, ofrecer una descripción clara del problema al que se enfrenta la organización en términos de oferta limitada de talento, y del impacto que dicho problema tiene en la eficiencia y resultados del proceso de selección. Este análisis preliminar permite identificar con precisión las áreas de oportunidad donde la gamificación podría añadir valor.

3.2.2.2. Definición

Posteriormente, se procede a la definición del perfil del cargo esperado, en la cual se establecen no solo los requisitos técnicos y de competencias, sino también el perfil de comportamiento esperado del candidato, basado en la teoría de Marston. En esta etapa, se aclaran los objetivos del proceso de selección y la situación ideal que se espera alcanzar con la implementación del modelo gamificado, vinculando estas definiciones con los requerimientos del puesto.

En algunos casos, es posible que ya exista un perfil del cargo, por lo que se procede a inferir a partir de las tareas los estilos de comportamiento y personalidad más afines de acuerdo con la teoría de Marston.

3.2.2.3. Identificación

En el siguiente paso, la identificación del perfil de jugador juega un papel central. Utilizando el modelo de Bartlett, se asocian los perfiles de comportamiento definidos previamente con los perfiles de jugadores, determinando así qué tipo de jugador corresponde con el comportamiento deseado en el candidato. Esta identificación



permite seleccionar las estrategias de gamificación más adecuadas para atraer y evaluar a los postulantes.

3.2.2.4. Asociación

Una vez identificado el perfil de jugador, se procede a la fase de asociación, en la cual se seleccionan los elementos, mecánicas y dinámicas de juego que mejor se alinean con dicho perfil. En esta etapa se establece un listado de posibles opciones de gamificación, priorizando aquellos elementos que se consideren más eficaces para el tipo de jugador identificado. Esta priorización es crucial para asegurar que las dinámicas de juego aplicadas realmente potencien el proceso de selección y contribuyan a los objetivos establecidos.

3.2.2.5. Incorporación

Tras seleccionar los elementos de gamificación, estos son incorporados al proceso de selección. Esta fase implica un análisis detallado de las diferentes etapas del proceso de selección, para determinar cómo y en qué momentos se incluirán las mecánicas y dinámicas de juego. La incorporación de estos elementos debe hacerse de manera coherente con las fases del proceso, garantizando que su implementación no solo mejore la experiencia de los candidatos, sino que también mantenga la efectividad y precisión de la selección.

3.2.2.6. Evaluación

Finalmente, se realiza la evaluación del proceso de selección gamificado. Esta evaluación se centra en medir la efectividad del nuevo enfoque, analizando la satisfacción, la motivación y el tiempo que toma concluir las tareas del proceso gamificado. De esta manera, se asegura que la gamificación no solo mejora el atractivo del proceso de selección, sino que también aporta resultados tangibles en



términos de calidad de los candidatos seleccionados y eficiencia del proceso en su conjunto.

3.2.2.7. Entradas y salidas del modelo

Para que el modelo funcione adecuadamente, en cada etapa deben realizarse conjuntos de acciones que produzcan los resultados esperados, porque estos serán los recursos que deberán usarse para activar la siguiente etapa. En este sentido, el modelo de gamificación para la selección de personal no es instrumental, porque no depende tanto de las herramientas que se utilicen en cada etapa, sino más bien de cumplir con el sentido general y los propósitos que tiene cada una de las etapas. Tras cumplir con estos propósitos, el modelo tendrá la capacidad para producir las salidas adecuadas. En la figura 20 se presentan las salidas esperadas en cada etapa, las cuáles, a su vez, son las entradas para iniciar la siguiente etapa.

3.2.2.8. Representación gráfica del modelo

Si bien la versión gráfica del modelo presentada en la figura 20 sobre las entradas y salidas es una buena representación, se consideró útil tener diseñar una versión simplificada que se muestra en la figura 21.

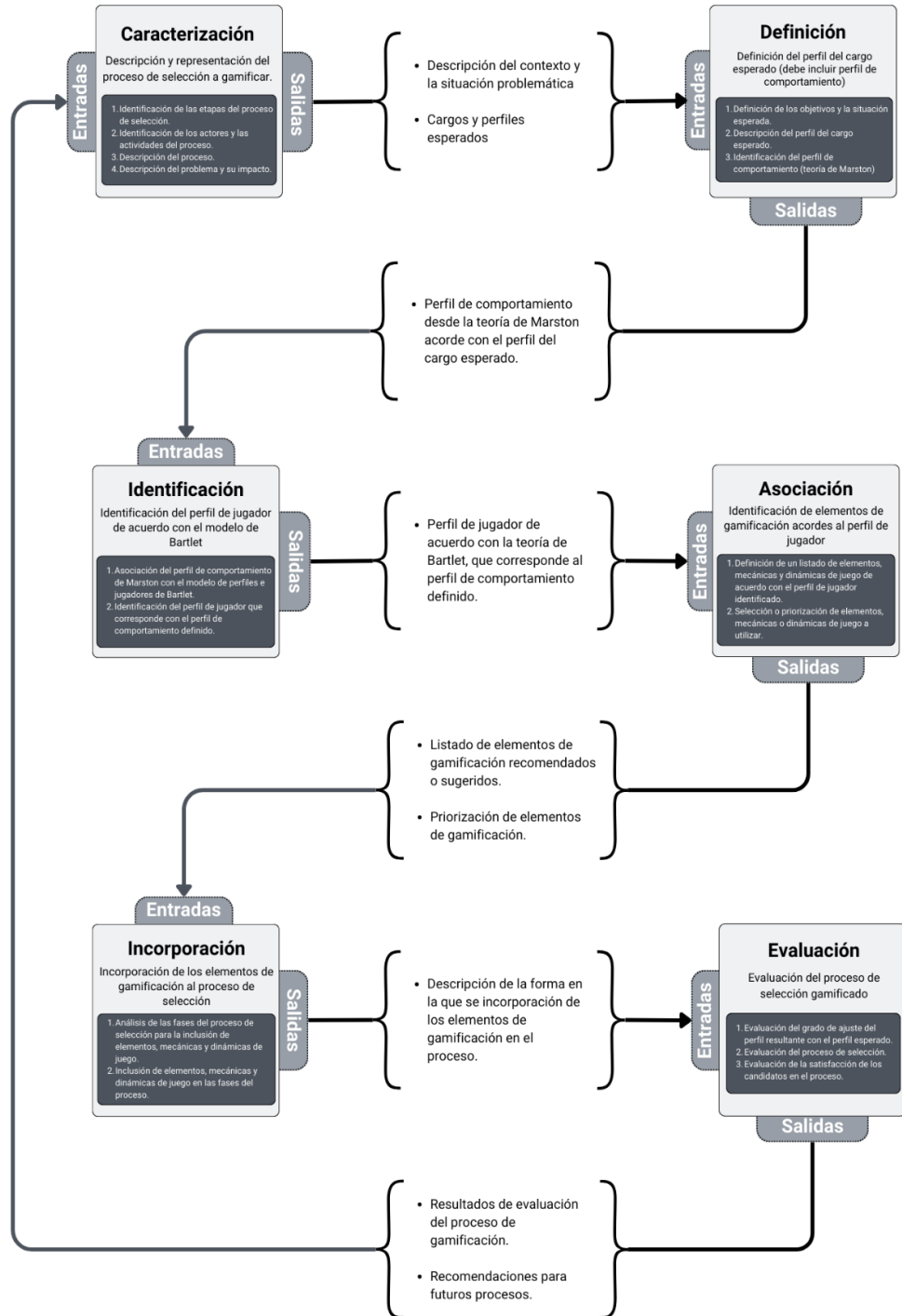
Figura 20:

Modelo de gamificación de procesos de selección de personal



MODELO DE GAMIFICACIÓN DE PROCESOS DE SELECCIÓN (PS)

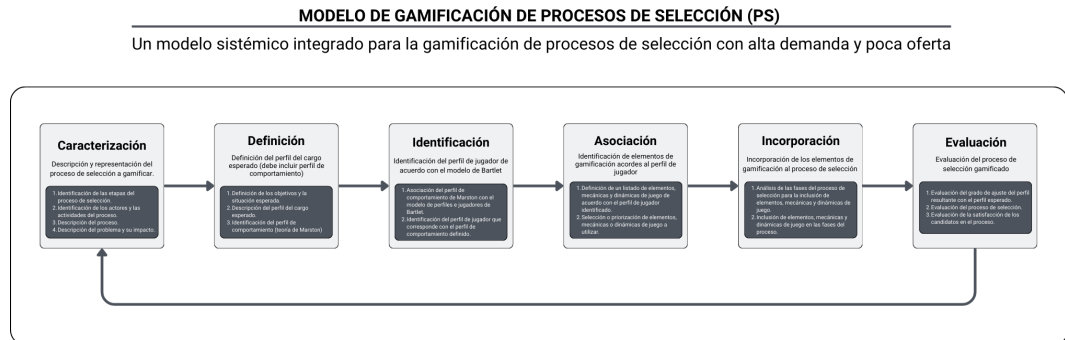
Entradas y salidas del modelo



Nota: Elaboración propia

Figura 21:

Modelo de gamificación de procesos de selección de personal simplificado



Nota: Elaboración propia

El modelo presenta las 6 etapas en serie, describiendo cada una de manera sintética y detallando un conjunto de actividades centrales como orientación básica. Las flechas indican el paso de una etapa a otra incluyendo una conexión desde la última etapa hasta la primera, lo que representa la posibilidad de devolverse a etapas precedentes. Una concepción cíclica es necesaria debido a que tanto los procesos de selección como los de gamificación pueden sufrir cambios en su definición o planeación y durante su desarrollo. En selección, por ejemplo, puede ocurrir que se abra una convocatoria para un cargo y que en el desarrollo del proceso se abra otra, se aumenten las plazas para el mismo puesto o que se cambie cargo a contratar por otro distinguido. También puede ocurrir que después de iniciado un proceso, se incluyan requerimientos adicionales al perfil del cargo esperado, como nuevas responsabilidades y funciones, o nuevas habilidades, conocimientos emergentes o actitudes deseadas que no estaban incorporadas previamente. Esto implica, normalmente, modificar la convocatoria y las etapas posteriores del reclutamiento para dar cuenta de las nuevas demandas.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

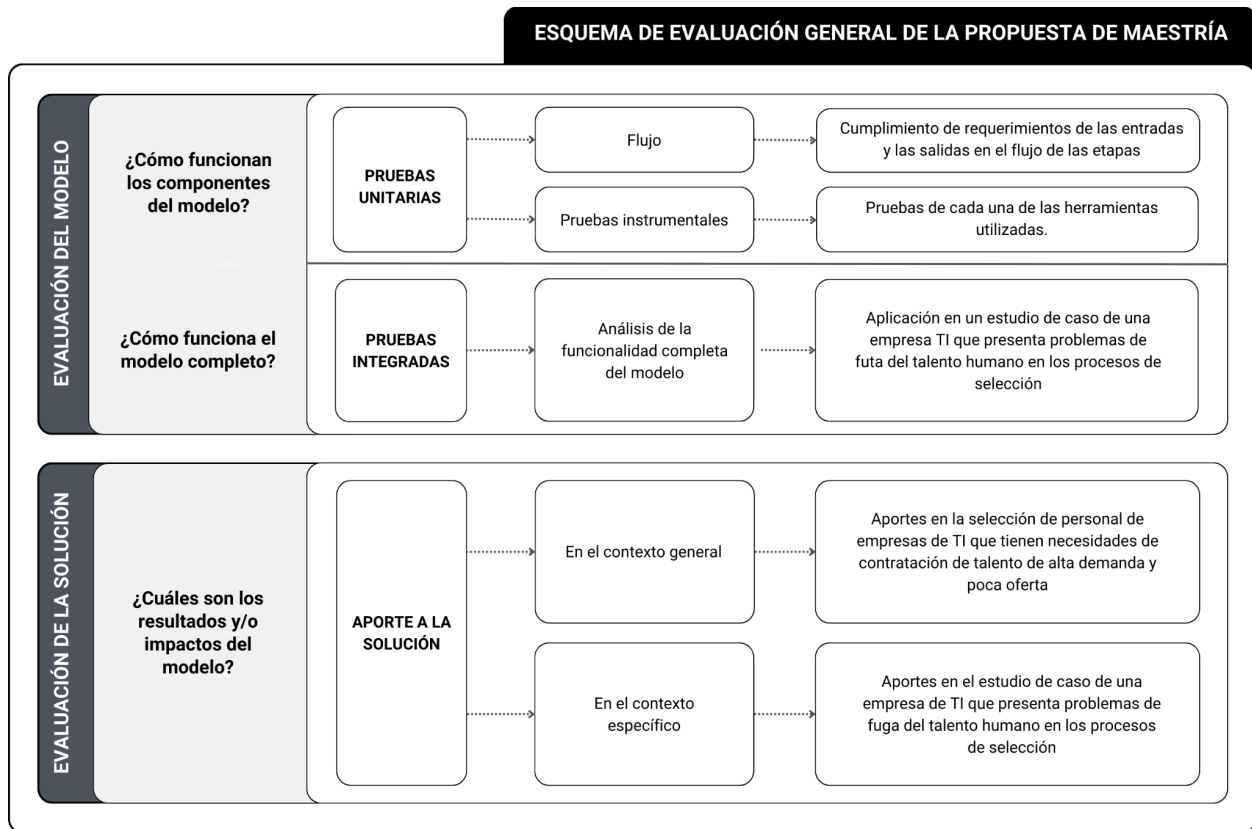
De manera similar, los procesos gamificados pueden verse sometidos a múltiples cambios. A menudo, algunas características iniciales del proceso pueden modificarse o las condiciones previstas para su implementación pueden cambiar. Por ejemplo, en etapas de diseño y planificación se pueden considerar elementos, mecánicas o dinámicas de juego particulares que en la práctica pueden demandar mayores recursos, de manera que una empresa podría pensar en comunicar en pantallas de manera permanente el ranking de posiciones actualizado durante toda la jornada laboral, pero este tipo de acciones de gamificación podrían requerir inversiones en equipos, proyecciones, programas de procesamiento de información, una logística de recolección de datos en tiempo real y un proceso de soporte, entre otras cosas, lo cual depende de análisis de viabilidad que serán diferentes en cada situación o en cada empresa.

4. CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Para evaluar el modelo y la propuesta de solución, se diseñó el siguiente esquema evaluativo:

Figura 22:

Esquema de evaluación general de la propuesta de maestría



Nota: Elaboración propia

La imagen anterior muestra el esquema de evaluación general centrado en evaluar el modelo de gamificación aplicado a la selección de personal. La evaluación se estructura en dos grandes bloques: la evaluación del modelo y la evaluación de la solución, cada uno con preguntas guía que orientan el proceso de análisis y validación.



❖ Evaluación del modelo

Este bloque tiene como objetivo evaluar la funcionalidad tanto de los componentes individuales como del modelo en su totalidad. Se subdivide en dos categorías de pruebas:

- Pruebas unitarias: estas pruebas están diseñadas para evaluar cómo funcionan los componentes individuales del modelo. Incluyen:
 - Flujo: verifica el cumplimiento de los requerimientos de entrada y salida en cada etapa del flujo del modelo.
 - Pruebas instrumentales: consisten en la validación de cada una de las herramientas utilizadas en el modelo, asegurando que cada componente funcione de acuerdo con su propósito específico.

- Pruebas integradas: evalúan el funcionamiento completo del modelo una vez que sus componentes han sido ensamblados. Estas pruebas comprenden:
 - Análisis de la funcionalidad completa del modelo: Se realiza un análisis global para verificar la operatividad del modelo en conjunto.
 - Aplicación en un estudio de caso: se evalúa el modelo en un contexto real, aplicado a una empresa de TI que enfrenta problemas de rotación de talento humano en sus procesos de selección, con el objetivo de observar cómo el modelo responde ante un problema específico en un entorno práctico.

❖ Evaluación de la solución

Este bloque se centra en determinar los impactos y beneficios de la implementación del modelo. Se orienta a responder la pregunta de cuáles son los resultados o impactos que genera el modelo en el contexto específico de selección de personal en TI. También se subdivide en dos contextos de análisis:



- En el Contexto general: analiza el aporte del modelo para el sector de TI en general, destacando su valor en empresas que necesitan talento altamente demandado y escaso. La evaluación en este nivel tiene como finalidad demostrar el impacto potencial del modelo en el campo amplio de la selección de personal.
- En el contexto específico: examina el impacto del modelo en un caso específico, en particular en la empresa E-Fintech que presenta problemas de fuga de talento humano durante el proceso de selección. Esta evaluación permite identificar los beneficios concretos de la solución en un entorno de estudio controlado, demostrando así la aplicabilidad y efectividad del modelo propuesto en el tratamiento de la problemática planteada.

A continuación, se presentan los procesos de evaluación realizados de acuerdo con el esquema anterior, tratando de responder las preguntas planteadas. Se empezó por las pruebas unitarias, para luego pasar a las pruebas integradas. Después, al final, se presentan los hallazgos en términos del aporte a la solución de los problemas.

4.1. ¿Cómo funcionan los componentes del modelo? - Pruebas unitarias

4.1.1. Flujo

El análisis de flujo, implicó una revisión comparativa de las entradas y salidas del modelo aplicado para validar su correspondencia con lo esperado y que, además, fuera lógico el flujo de información en cada una de las etapas. En la tabla 12 se presenta una comparación entre las entradas y salidas esperadas en las diferentes etapas del proceso versus las entradas y salidas producidas por el modelo aplicado.

En general, se aprecia que las entradas y salidas del modelo aplicado si corresponden con lo definido en el modelo en términos de las entradas y salidas esperadas. No obstante, por



términos de objetividad y trazabilidad se realizó una puntuación del grado de adecuación que se presenta en la tabla 13.

Tabla 12:

Entradas y salidas esperadas del modelo y del modelo aplicado

Etapas del modelo	Entradas y salidas esperadas en el modelo	Entradas y salidas del modelo aplicado
Caracterización	Descripción del contexto y la situación problemática Cargos y perfiles esperados	El proceso de selección en la E-Fintech se realiza en tiempos prolongados y algunas tareas tardan mucho en completarse, lo que hace que las decisiones sean lentas. El proceso es tradicional, lo que implica que las tareas de los candidatos sean enviar documentación, responder pruebas y cuestionarios, y participar en entrevistas, entre otras. Lo anterior sumado a un proceso lento puede percibirse como poco satisfactorio y desmotivador, conduciendo a la fuga del talento humano. Las pruebas de habilidades en el marco del proceso de selección general, implican 2 pruebas en un periodo de 5 días. El perfil del cargo esperado es un DS.
Definición	Perfil de comportamiento desde la teoría de Marston acorde con el perfil del cargo esperado.	El eje de personalidad de los cargos con alta demanda y poca oferta es el eje de extraversión. Es posible que para los perfiles junior del área de tecnología, el proceso tradicional si sea funcional.
Identificación	Perfil de jugador de acuerdo con la teoría de Bartlet, que corresponde al perfil de	El perfil de jugador de los DS es el Killer desde el punto de vista de la teoría de Bartle.



Etapa del modelo	Entradas y salidas esperadas en el modelo	Entradas y salidas del modelo aplicado
		comportamiento definido.
Asociación	Listado de elementos de gamificación recomendados o sugeridos. Priorización de elementos de gamificación.	Los elementos de juego recomendados para gamificar el proceso son: 2 elementos de juego: personajes y conflicto de juego; 2 mecánicas: el combate y la interacción entre jugadores; y 2 dinámicas: la competencia y la satisfacción de los jugadores. De estos se priorizó 1 elemento de juego: el conflicto, y 2 dinámicas: la competencia y la satisfacción de jugadores.
Incorporación	Descripción de la forma en la que se incorporaron los elementos de gamificación en el proceso.	El conflicto de juego se incorporó por medio de la narrativa. La competencia se incorporó por medio de retos para obtener el mejor puntaje. Para promover la satisfacción se trabajó sobre las ambientaciones, la narrativa, los componentes jugables, el diseño y las interfaces de usuario.
Evaluación	Resultados de evaluación del proceso de gamificación. Recomendaciones para futuros procesos.	La evaluación entregó información sobre el funcionamiento de las etapas y las herramientas de manera unitaria y sobre el flujo de manera integrada. En general hay un buen resultado. De igual manera se proponen líneas de acción futuras sobre las mejoras, la reducción de dificultades y la ampliación del modelo.



Tabla 13:

Grado de adecuación de las etapas del modelo y sus entradas y salidas

Etapas del modelo	Grado de adecuación (escala 1 a 5)	Valoración cualitativa
Caracterización	5	La caracterización describe el contexto, el problema y el cargo esperado.
Definición	5	La definición presenta el eje de comportamiento de Marston para el perfil de cargo esperado.
Identificación	5	La identificación informa el perfil de jugador de acuerdo con el eje de comportamiento.
Asociación	5	La asociación permite proponer elementos de gamificación para el proceso de selección.
Incorporación	3	La incorporación permite gamificar el proceso con los elementos de gamificación sugeridos. Sin embargo, la priorización limitó mucho las opciones.
Evaluación	5	La evaluación permite extraer resultados que generan aprendizajes y recomendaciones para futuros procesos.

El grado de adecuación general fue de 4,6, por lo que se asume que el flujo de información del modelo es adecuado, reconociendo las oportunidades de mejora en la etapa de incorporación. Es importante mencionar que esta etapa es responsabilidad completa del equipo o el personal dueño del proceso de selección, escapando del control del investigador o metodólogo del modelo.

4.1.2. Pruebas instrumentales

Las pruebas instrumentales se aplicaron a cada una de las herramientas principales utilizadas para ejecutar los procesos y realizar las actividades de las etapas. En este caso,



las herramientas principales fueron los modelos de dinámica de sistemas e ingeniería ontológica.

4.1.2.1. Modelo de dinámica de sistemas

Para la evaluación del modelo de dinámica de sistemas se utilizó dos métodos de validación: uno estructural y uno de comportamiento. La **validación estructural** implicó la revisión de la estructura del modelo para asegurar que esté bien formulada y que todas las relaciones entre variables, retroalimentaciones y flujos de información reflejen adecuadamente el sistema real. Forrester (1961) enfatiza que una estructura bien diseñada en modelos de dinámica de sistemas garantiza que las relaciones internas y la lógica del sistema sean consistentes con el sistema real.

Para esta validación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Coherencia conceptual:** mide la lógica interna del modelo, evaluando si las variables, relaciones y suposiciones utilizadas son coherentes con la teoría y el contexto del sistema que se está modelando. Un modelo con alta coherencia conceptual debería reflejar de manera adecuada y consistente el comportamiento y las interacciones esperadas en el sistema real.
- **Consistencia de diagramas causales:** valora la correcta conexión entre nodos y relaciones en los diagramas causales, asegurando que reflejen los bucles de retroalimentación y los flujos de influencia. Un diagrama consistente permite comprender cómo se retroalimentan las variables y cómo afecta una variable a otra, permitiendo una representación adecuada de la estructura de causalidad del sistema.
- **Coherencia de unidades:** evalúa si las unidades asignadas a las variables y parámetros del modelo son consistentes y compatibles dentro de las



ecuaciones, evitando errores dimensionales. Una coherencia adecuada en las unidades garantiza que las ecuaciones sean matemáticamente correctas y que el modelo sea comprensible y replicable.

- Complejidad controlada: mide si el modelo evita la redundancia y la inclusión de variables o relaciones innecesarias. Un modelo con complejidad controlada tiene el nivel adecuado de detalle, equilibrando la necesidad de precisión sin sobrecargarlo de elementos que no aportan valor al análisis y que dificultan su comprensión.
- Validez de ecuaciones: verifica si las ecuaciones del modelo están formuladas correctamente y si son lógicas y consistentes con el comportamiento esperado del sistema. La validez de las ecuaciones es crucial para que el modelo pueda replicar los patrones y dinámicas que ocurren en el sistema real.
- Revisión de acumulaciones y flujos: revisa la definición y conexión adecuada de variables de acumulación (*stocks*) y flujos (*flows*), asegurando que reflejen correctamente las entradas y salidas del sistema. Esto es fundamental para la dinámica del modelo, ya que una buena definición de estos elementos permite observar cambios a lo largo del tiempo.
- Nivel de agregación de variables: evalúa si el modelo mantiene un equilibrio adecuado entre detalle y agregación de variables, evitando excesiva simplificación o complejidad. Este indicador permite verificar que el modelo represente los aspectos relevantes del sistema sin perderse en detalles que no aportan valor significativo.
- Revisión de bucle de retroalimentación: valida si los bucles de retroalimentación están bien identificados y reflejan correctamente la



dinámica del sistema. Los bucles de retroalimentación, tanto positivos como negativos, son esenciales para capturar la complejidad del sistema y sus cambios en el tiempo, por lo que deben estar correctamente representados.

Tabla 14:

Rejilla de evaluación de los criterios del modelo

Criterio	Descripción	Parámetro de Evaluación	Valoración (1-5)
Coherencia Conceptual	Evalúa si las variables y relaciones son lógicas y representativas	Coincidencia con la teoría y contexto	1 = Muy Baja / 5 = Muy Alta
Consistencia de Diagramas Causales	Revisa si los diagramas de influencia están bien conectados y reflejan los bucles de retroalimentación y flujo	Correcta conexión de nodos y relaciones	1 = Inadecuada / 5 = Muy Adecuada
Coherencia de Unidades	Verifica si las unidades de cada variable y parámetro son consistentes en las ecuaciones del modelo.	Consistencia de unidades en cada ecuación	1 = Muy Inconsistente / 5 = Muy Consistente
Complejidad Controlada	Mide si el modelo evita redundancias y relaciones innecesarias que compliquen su estructura.	Número de variables y relaciones clave	1 = Excesiva / 5 = Óptima
Validez de Ecuaciones	Determina si las ecuaciones están correctamente formuladas y son lógicas dentro del contexto	Verificación de fórmulas y relaciones	1 = Con Muchos Errores / 5 = Muy Correcta
Revisión de Acumulaciones y Flujos	Comprueba si las variables de stock y flow están bien definidas y conectadas para reflejar la dinámica del sistema.	Definición y conexión adecuada de flujos	1 = Inadecuada / 5 = Muy Adecuada



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Nivel de Agregación de Variables	Evalúa si el modelo tiene un equilibrio adecuado entre detalle y agregación de variables.	Número de variables clave vs. secundarias	1 = Muy Bajo / 5 = Muy Óptimo
Revisión de Bucle de Retroalimentación	Verifica si los bucles reflejan adecuadamente la dinámica del sistema y si son consistentes con la estructura real.	Identificación y correcta conexión de bucles	1 = Incorrecta / 5 = Muy Correcta

Con estos criterios se creó una rejilla de evaluación para valorar el modelo, de manera que cada aspecto tuviera un indicador. Esta se presenta en la tabla 14.

Con la rejilla anterior se planteó el siguiente cálculo de la puntuación general:

- Calificación total: suma de las puntuaciones de cada indicador (máximo de 5 puntos por indicador).
- Puntuación total máxima: 5 puntos x 8 indicadores = 40 puntos.
- Puntuación general:

$$Puntuación\ general = \left(\frac{Suma\ de\ puntuaciones}{40} \right) \times 100$$

Con el resultado final se hizo una clasificación del nivel de estructuración del modelo considerando los siguientes rangos:

- **91-100:** Modelo estructuralmente sólido y bien estructurado. Este modelo presenta una coherencia y cohesión excepcionales, con una estructura clara y bien definida. Todos los indicadores evaluados cumplen con los estándares más altos, mostrando un profundo entendimiento del sistema y una alta capacidad para predecir y manejar dinámicas complejas.



- **81-90:** Modelo adecuadamente estructurado, con áreas menores de mejora. El modelo es funcional y robusto, con una buena integración de componentes y un desempeño adecuado. Sin embargo, existen algunos aspectos que podrían optimizarse o revisarse para mejorar aún más su eficacia y claridad.
- **61-80:** Modelo moderadamente estructurado, con varias áreas de mejora. Aunque el modelo tiene una estructura básica aceptable, presenta debilidades en varias áreas. Es posible que se necesiten revisiones significativas en algunos indicadores para alcanzar un mejor nivel de funcionalidad y precisión.
- **41-60:** Modelo estructuralmente débil, con muchos aspectos por corregir. Este modelo tiene problemas evidentes de coherencia y estructura. Existen múltiples áreas que requieren atención y ajuste significativo para mejorar su funcionalidad y para poder ser considerado adecuado para la representación del sistema.
- **0-40:** Modelo inadecuado, requiere reestructuración significativa. El modelo no cumple con los criterios básicos de coherencia y funcionalidad. Necesita una revisión exhaustiva y reestructuración completa para que pueda ser considerado viable o útil para el análisis de sistemas.

La valoración realizada fue la siguiente:

Tabla 15:

Valoración de los criterios del modelo



Criterio	Descripción	Valoración (1-5)
Coherencia Conceptual	Evalúa si las variables y relaciones son lógicas y representativas del sistema modelado.	5
Consistencia de Diagramas Causales	Revisa si los diagramas de influencia están bien conectados y reflejan los bucles de retroalimentación y flujo del sistema.	5
Coherencia de Unidades	Verifica si las unidades de cada variable y parámetro son consistentes en las ecuaciones del modelo.	5
Complejidad Controlada	Mide si el modelo evita redundancias y relaciones innecesarias que compliquen su estructura.	4
Validez de Ecuaciones	Determina si las ecuaciones están correctamente formuladas y son lógicas dentro del contexto del modelo.	5
Revisión de Acumulaciones y Flujos	Comprueba si las variables de stock y flow están bien definidas y conectadas para reflejar la dinámica del sistema.	5
Nivel de Agregación de Variables	Evalúa si el modelo tiene un equilibrio adecuado entre detalle y agregación de variables.	3
Revisión de Bucle de Retroalimentación	Verifica si los bucles reflejan adecuadamente la dinámica del sistema y si son consistentes con la estructura real.	5

Los resultados fueron los siguientes:

- Calificación total: **37**
- Calificación general: **92,5**
- Valoración del modelo: **91-100**, lo cual describe un modelo estructuralmente sólido y bien estructurado. Este modelo presenta una coherencia y cohesión adecuada, con una estructura clara y bien definida. La mayoría de los indicadores evaluados cumplen con los estándares, mostrando un alto nivel



de entendimiento del sistema y una alta capacidad para predecir y manejar dinámicas complejas.

Para la **validación de comportamiento**, se buscó comprobar si el modelo produce comportamientos similares a los observados en el sistema real. Para ello, se hizo una comparación de las simulaciones del modelo con datos históricos de procesos realizados previamente. Según Sterman (2000), un modelo debe generar trayectorias de comportamiento que reflejen los resultados esperados para que sea considerado válido.

El proceso de selección previo que se utilizó para la comparación con datos históricos fue descrito en una entrevista realizada con una analista de *talent acquisition* de la E-Fintech, quien reportó siguientes características generales:

Tabla 16:

Características del proceso de selección

Característica	Descripción
Cargo buscado	Desarrollador Senior DS
Duración total del proceso	Entre 1 mes y medio y 2 meses
Cantidad de hojas de vida totales recibidas	170 hojas de vida
Cantidad de candidatos entrevistados	5 candidatos entrevistados
Cantidad de candidatos contratados	1 candidato contratado
Etapas del proceso	Convocatoria, centro de valoración, prueba técnica, entrevistas, selección y contratación

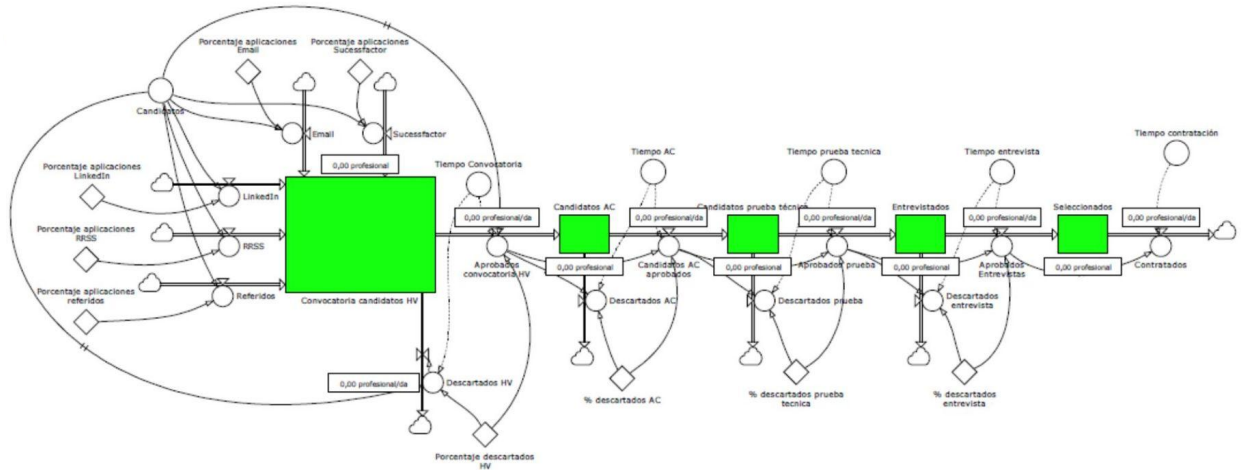
Con esta información y considerando un ingreso inicial de 170 hojas de vida de candidatos, se diseñó el modelo considerando las etapas y los filtros aplicados. En cada etapa, se definieron los parámetros que determinaban la cantidad de personas



que eran aprobadas para la etapa siguiente. La versión gráfica del modelo es la siguiente:

Figura 23:

Modelo de Dinámica de sistemas del procesos de selección de personal del caso de estudio



Nota: Elaboración propia

A continuación, se detalla el registro extraído de Powersim, una simplificación y una descripción sintética de los elementos del modelo y sus ecuaciones.

Tabla 16:

Elementos y ecuaciones del modelo

#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
1	mainmodel Componente 1 { const % descartados AC { autotype Real init 0,73}	const % descartados AC	Constante que representa el porcentaje de candidatos descartados en la etapa de Assessment Center (AC). Su valor inicial es 0.73.
2	const % descartados entrevista { autotype Real init 0,8}	const % descartados entrevista	Constante que representa el porcentaje de candidatos descartados en una etapa de



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
			entrevistas. Su valor inicial es 0.8.
3	<pre>const % descartados prueba tecnica { autotype Real init 0,375}</pre>	<pre>const % descartados prueba tecnica</pre>	<p>Constante representa el porcentaje de candidatos descartados en una prueba técnica. Su valor inicial es 0.375.</p>
4	<pre>aux Aprobados convocatoria HV {autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL(Candidatos;'Tiempo Convocatoria';0<<profesional/da> >)*(1-'Porcentaje descartados HV')}}</pre>	<pre>aux Aprobados convocatoria HV</pre>	<p>Esta variable auxiliar calcula el número de hojas de vida (HV) aprobadas utilizando una ecuación que involucra un retardo de tubería para la variable "Candidatos", esto se multiplica por 1 menos "% descartados HV".</p>
5	<pre>aux Aprobados Entrevistas { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Aprobados prueba;'Tiempo entrevista';0<<profesional/da>>)*(1-'% descartados entrevista')}}</pre>	<pre>aux Aprobados Entrevistas</pre>	<p>Calcula el número de aprobados en las entrevistas utilizando la variable "Aprobados prueba", el tiempo de entrevista y el complemento del "% descartados entrevista".</p>
6	<pre>aux Aprobados prueba { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Candidatos AC aprobados;'Tiempo prueba tecnica';0<<profesional/da>>)*(1- '% descartados prueba tecnica')}}</pre>	<pre>aux Aprobados prueba</pre>	<p>Calcula el número de aprobados en una prueba técnica utilizando un retardo de tubería para la variable "Candidatos AC aprobados" y el tiempo de la prueba técnica multiplicado por 1 menos "% descartados prueba técnica".</p>
7	<pre>aux Candidatos { autotype Real autounit profesional/da def IF(TIME=STARTTIME;170<<pro</pre>	<pre>aux Candidatos</pre>	<p>Esta variable auxiliar se inicializa en 170 en el momento en que comienza la simulación (TIME=STARTTIME) y está</p>



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
	fesional/da>>;0<<profesional/da>> >}}		relacionada con el número de candidatos.
8	level Candidatos AC { autotype Real autounit profesional init 0<<profesional>> inflow { autodef 'Aprobados convocatoria HV' } outflow { autodef 'Candidatos AC aprobados' } outflow { autodef 'Descartados AC' } }	level Candidatos AC	Define un nivel continuo llamado "Candidatos AC" en la unidad "profesional". Tiene flujos de entrada y salida que se conectan a otras variables y niveles en el modelo.
9	aux Candidatos AC aprobados { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Aprobados convocatoria HV';Tiempo AC';0<<profesional/da>>)*(1-% descartados AC') }	aux Candidatos AC aprobados	Calcula el número de candidatos AC aprobados utilizando una ecuación que involucra un retardo de tubería para la variable "Aprobados convocatoria HV" y el tiempo AC multiplicado por 1 menos "% descartados AC".
10	level Candidatos prueba técnica { autotype Real autounit profesional init 0<<profesional>> outflow { autodef 'Aprobados prueba' } inflow { autodef 'Candidatos AC aprobados' } outflow { autodef 'Descartados prueba' } }	level Candidatos prueba técnica	Define un nivel llamado "Candidatos prueba técnica" que está conectado con Aprobados prueba, Candidatos AC aprobados y Descartados prueba.
11	aux Contratados { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Aprobados Entrevistas';Tiempo contratación';0<<profesional/da>>)}	aux Contratados	Calcula el número de contratados utilizando una ecuación con un retardo de tubería de la variable "Aprobados Entrevistas" y el tiempo de contratación.



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
	<pre>level Convocatoria candidatos HV {autotype Real autounit profesional init 0<<profesional>> 1 inflow { autodef LinkedIn } inflow { autodef RRSS } inflow { autodef Email } outflow { autodef 'Aprobados convocatoria HV' } inflow { autodef Successfactor } inflow { autodef Referidos } outflow { autodef 'Descartados HV' }}</pre>		<p>Define un nivel llamado "Convocatoria candidatos HV" relacionado con la convocatoria de candidatos. Tiene flujos de entrada y salida conectados a diversas fuentes y destinos como: LinkedIn, RRSS, Email, Successfactor, Referidos, Descartados HV y Aprobados convocatoria HV.</p>
12		level Convocatoria candidatos HV	
13	<pre>aux Descartados AC { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Aprobados convocatoria HV';Tiempo AC';0<<profesional/da>>)*% descartados AC'}</pre>	aux Descartados AC	<p>Calcula el número de candidatos descartados en la convocatoria utilizando un retardo de tubería con los aprobados en la convocatoria multiplicado por el % de descartados AC.</p>
14	<pre>aux Descartados entrevista { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Aprobados prueba';Tiempo entrevista';0<<profesional/da>>)*' % descartados entrevista'}</pre>	aux Descartados entrevista	<p>Calcula el número de candidatos descartados en las entrevistas, utilizando un retardo de tubería con la variable Aprobados prueba. Luego se multiplica por el "% descartados entrevista".</p>
15	<pre>aux Descartados HV { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL(Candidatos;'Tiempo Convocatoria';0<<profesional/da> >)*'Porcentaje descartados HV'}</pre>	aux Descartados HV	<p>Calcula el número de candidatos descartados en la revisión de hojas de vida utilizando un retardo de tubería con Candidatos y el tiempo, multiplicado por el "Porcentaje descartados HV".</p>



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
16	<pre>aux Descartados prueba { autotype Real autounit profesional/da def DELAYPPL('Candidatos AC aprobados';Tiempo prueba tecnica';0<<profesional/da>>)*1% descartados prueba tecnica'}</pre>	<pre>aux Descartados prueba</pre>	<p>Calcula el número de candidatos descartados en la prueba técnica, utilizando un retardo de tubería con la variable Candidatos AC aprobados y el tiempo de la prueba técnica, luego se multiplica por el "% descartados prueba técnica".</p>
17	<pre>aux Email { autotype Real autounit profesional/da def Candidatos*'Porcentaje aplicaciones Email'}</pre>	<pre>aux Email</pre>	<p>Calcula el número de aplicaciones por correo electrónico (Email) utilizando la variable "Candidatos" multiplicada por el "Porcentaje aplicaciones Email".</p>
18	<pre>level Entrevistados { autotype Real autounit profesional init 0<<profesional>> outflow { autodef 'Aprobados Entrevistas' } inflow { autodef 'Aprobados prueba' } outflow { autodef 'Descartados entrevista' }}</pre>	<pre>level Entrevistados</pre>	<p>Define un nivel llamado "Entrevistados" relacionado con el proceso de entrevistas. Tiene flujos de entrada y salida conectados a otras variables y niveles, como por ejemplo: Aprobados prueba, Aprobados entrevista y Descartados entrevista.</p>
19	<pre>aux LinkedIn { autotype Real autounit profesional/da def Candidatos*'Porcentaje aplicaciones LinkedIn'}</pre>	<pre>aux LinkedIn</pre>	<p>Calcula el número de aplicaciones a través de la plataforma LinkedIn utilizando la variable "Candidatos" que se multiplica al "Porcentaje aplicaciones LinkedIn".</p>
20	<pre>const Porcentaje aplicaciones LinkedIn { autotype Real init 0,75}</pre>	<pre>const Porcentaje aplicaciones LinkedIn</pre>	<p>Representa el porcentaje de aplicaciones a través de LinkedIn, con un valor inicial de 0.75.</p>



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
21	const Porcentaje aplicaciones referidos { autotype Real init 0,15}	const Porcentaje aplicaciones referidos	Representa el porcentaje de aplicaciones a través de referidos, con un valor inicial de 0.15.
22	const Porcentaje aplicaciones RRSS { autotype Real init 0,03}	const Porcentaje aplicaciones RRSS	Representa el porcentaje de aplicaciones a través de redes sociales (RRSS), con un valor inicial de 0.03.
23	const Porcentaje aplicaciones Sucessfactor { autotype Real init 0,02 2}	const Porcentaje aplicaciones Sucessfactor	Representa el porcentaje de aplicaciones a través de "Sucessfactor" con un valor inicial de 0.02.
24	const Porcentaje descartados HV { autotype Real init 0,82}	const Porcentaje descartados HV	Representa el porcentaje de candidatos descartados en la convocatoria "HV" con un valor inicial de 0.82.
25	aux Referidos { autotype Real autounit profesional/da def Candidatos*'Porcentaje aplicaciones referidos'}	aux Referidos	Calcula el número de aplicaciones a través de referidos utilizando la variable "Candidatos" por el "Porcentaje aplicaciones referidos".
26	aux RRSS { autotype Real autounit profesional/da def Candidatos*'Porcentaje aplicaciones RRSS'}	aux RRSS	Calcula el número de aplicaciones a través de redes sociales (RRSS) utilizando la variable "Candidatos" multiplicada por el "Porcentaje aplicaciones RRSS".
27	level Seleccionados { autotype Real autounit profesional init 0<<profesional>> outflow { autodef Contratados } inflow { autodef 'Aprobados Entrevistas' }}	level Seleccionados	Define un nivel llamado "Seleccionados" relacionado con el proceso de selección de candidatos. Tiene flujos de entrada y salida conectados como Aprobados entrevistas y Contratados.



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
28	<pre>aux Sucessfactor { autotype Real autounit profesional/da def Candidatos*'Porcentaje aplicaciones Sucessfactor' }</pre>	aux Sucessfactor	Calcula el número de aplicaciones a través de "Sucessfactor" utilizando la variable "Candidatos" multiplicada por el "Porcentaje aplicaciones Sucessfactor".
29	<pre>aux Tiempo AC { autotype Real autounit da def 5<<da>>}</pre>	aux Tiempo AC	Representa el tiempo (en días) de la etapa "AC" del proceso de selección, con un valor de 5 días.
30	<pre>aux Tiempo contratación { autotype Real autounit da def 20<<da>>}</pre>	aux Tiempo contratación	Representa el tiempo (en días) requerido para la etapa de contratación, con un valor de 20 días.
31	<pre>aux Tiempo Convocatoria { autotype Real autounit da def 5<<da>>}</pre>	aux Tiempo Convocatoria	Representa el tiempo (en días) de la convocatoria de candidatos, con un valor de 5 días.
32	<pre>aux Tiempo entrevista { autotype Real autounit da def 8<<da>>}</pre>	aux Tiempo prueba tecnica	Representa el tiempo (en días) requerido para la etapa de la prueba técnica, con un valor de 5 días.
33	<pre>aux Tiempo prueba tecnica { autotype Real autounit da def 5<<da>>}</pre>	aux Tiempo entrevista	Representa el tiempo (en días) requerido para la etapa de entrevistas, con un valor de 8 días.
34	<pre>level Vacantes { autotype Real autounit profesional init 0<<profesional>> inflow { autodef 'Vacantes a cubrir' } }</pre>	level Vacantes	Define un nivel llamado "Vacantes" relacionado con la cantidad de vacantes a cubrir. Tiene un flujo de entrada que es Vacantes a cubrir.
35	<pre>aux Vacantes a cubrir { autotype Real autounit profesional/da def IF(TIME=STARTTIME;1<<profe</pre>	aux Vacantes a cubrir	Calcula la cantidad de vacantes a cubrir en el inicio de la simulación y se relaciona con el



#	Registro Powersim	Simplificación	Descripción
	sional/da>>;0<<profesional/da>>) }}		tiempo. Este número es un promedio de la cantidad de personas que se presentan en los procesos de selección históricos
36	unit cargo { def ATOMIC 3}	unit cargo	Representa la unidad de "cargo" en el modelo. Es una unidad atómica.
37	unit proceso { def ATOMIC}	unit proceso	Representa la unidad de "proceso" en el modelo. Es una unidad atómica.
38	unit profesional { def ATOMIC}	unit profesional	Representa la unidad de "profesional" en el modelo. Es una unidad atómica.

El registro anterior, junto con las ecuaciones dan cuenta del siguiente proceso etapa por etapa:

Etapa 1. Convocatoria y recepción de hojas de vida

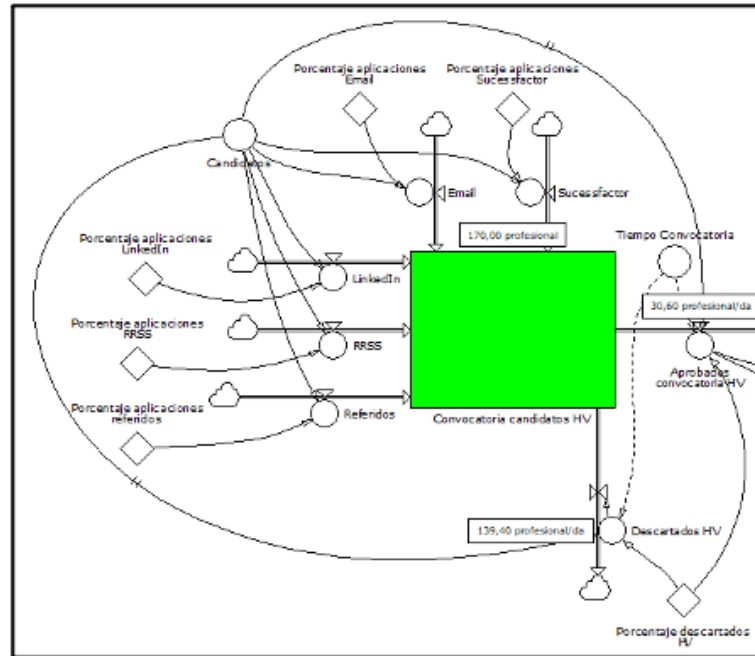
En el gráfico 3 se muestra que en la etapa 1, iniciando con 1 vacante se simula la llegada de 170 candidatos provenientes de diferentes medios de aplicación en una convocatoria que dura 5 días. Estos candidatos presentan sus hojas de vida y estas son analizadas para filtrarlas. De los 170 candidatos, 30.60 son aprobados para continuar a la siguiente etapa y 139.40 son descartados del proceso de selección por no cumplir requisitos mínimos.

Figura 24:

Etapa 1 del modelo de dinámica de sistemas del caso de estudio



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



Nota: En el gráfico se ilustra la etapa 1 en la estructura de flujos y niveles creada en Powersim.

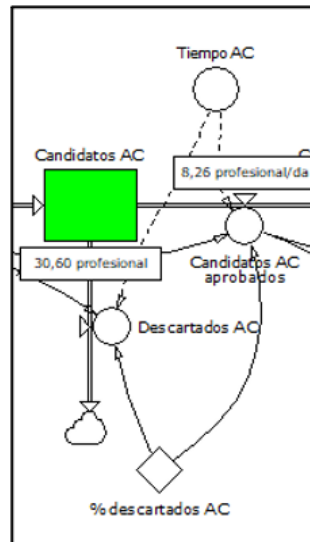
Etapa 2. Assessment center (AC)

Las 30.60 personas seleccionadas ingresan en la siguiente etapa del proceso de selección, que en el modelo está nombrada como Candidatos AC. En un periodo de 5 días estas personas son evaluadas por medio de observaciones en actividades similares a las que desempeñarían en el cargo. La información recolectada permite tomar decisiones sobre quienes se ajustan más al perfil y por ende continúan a la siguiente etapa. En este caso, 8.26 continuaron y 22.34 fueron descartados.



Figura 25:

Etapa 2 del modelo de dinámica de sistemas del estudio de caso



Nota: Fragmento 2: Etapa 2 del modelo

En el gráfico anterior, el gráfico, se muestra la etapa 2 del proceso de selección. Es un fragmento del modelo de flujos y niveles elaborado en Powersim en el cual se pueden apreciar los valores, por ejemplo. En verde se muestra el nivel con un reporte de 30.60 profesionales, de los cuales pasan al flujo “Candidatos AC aprobados” 8.26 profesionales.

Etapa 3. Pruebas técnicas

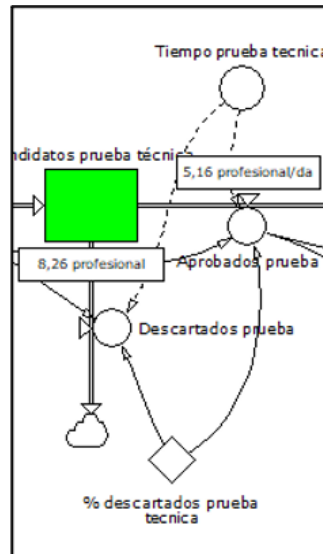
Ahora bien, la parte del modelo del fragmento anterior que mostró la etapa 2, se conecta con el nivel de la etapa 3: “Candidatos prueba técnica”. En el gráfico, contigo, se presenta un fragmento del modelo de flujos y niveles elaborado en



Powersim, en este se puede apreciar que a esta etapa ingresan las 8.26 personas aprobadas en la etapa 2.

Figura 26:

Etapa 3 del modelo de dinámica de sistemas del estudio de caso



Nota: Fragmento 3: Etapa 3 del modelo

La etapa 3 tiene una duración de 5 días, la cual se define en la variable “Tiempo prueba técnica”, tiempo en el cual los candidatos deben responder al menos a 2 pruebas técnicas para después ser filtrados. Pasan 5.15 personas al flujo denominado “Aprobados prueba”, esta cantidad llegará a la etapa 4. En total se descartan 3.10 candidatos, que se define en el flujo de salida denominado del nivel en verde “Descartados prueba”.

Etapa 4. Entrevistas

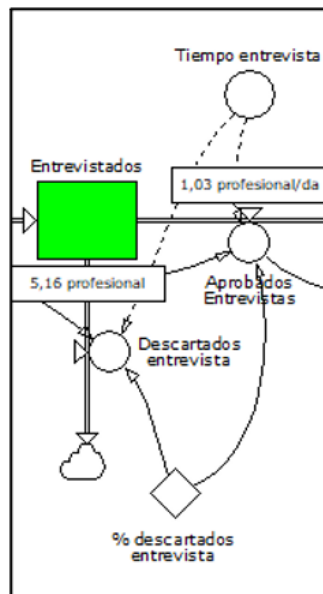
Por lo anterior, 5 personas son las que ingresan a la etapa de entrevistas, y son llamadas de manera individual a espacios de conversación con personal técnico y personal de talento humano. Para estas actividades hay un tiempo de 8 días en el



que se contacta y se llama a todas las personas, se citan a espacios, se evalúan y se determinan quienes continúan a las etapas posteriores. En este punto, el proceso va muy avanzado.

Figura 27:

Etapa 4 del modelo de dinámica de sistemas del estudio de caso



Nota: Fragmento 4: Etapa 4 del modelo

En el gráfico anterior, se muestra el fragmento del modelo de flujos y niveles en Powersim que representa la etapa 4 del proceso de selección correspondiente con las entrevistas a candidatos.

En verde puede observarse el nivel al que ingresan las 5.16 personas, de estas solo 1.03 candidatos pasan al flujo denominado “Aprobados Entrevistas”. Este mismo se conecta con el nivel de la siguiente etapa del proceso. En total se descartan 4.13 candidatos que se definen en el flujo de salida del nivel denominado “Descartados entrevista”.

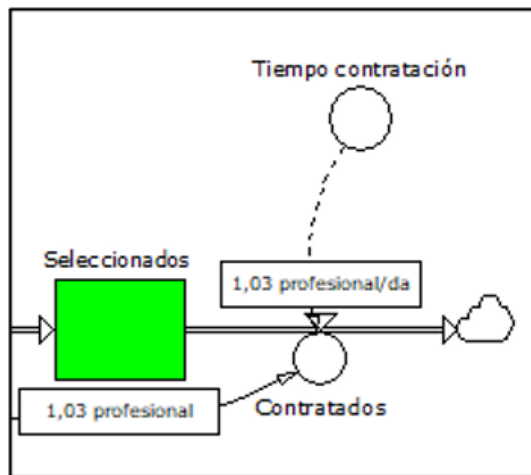


Etapa 5. Selección y contratación

La persona que pasó las pruebas de la etapa 4 avanzó hasta la selección que corresponde con la etapa 5 y será la persona postulada para contratación. En el gráfico 8 se muestra el fragmento del modelo de flujos y niveles elaborado en Powersim que representa esta etapa. En verde se muestra el nivel con los candidatos. Estos pasan al flujo “Contratados”.

Figura 28:

Etapa 5 del modelo de dinámica de sistemas del estudio de caso



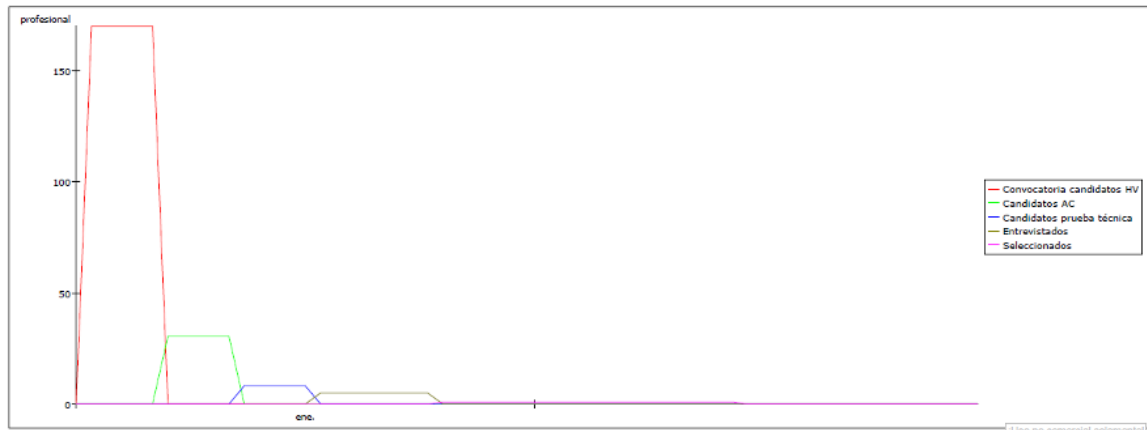
Nota: Fragmento 5: Etapa 5 del modelo

Esta etapa tiene una duración de 20 días que se definen en la variable “Tiempo contratación”.

En la siguiente gráfica se ilustra el comportamiento de la simulación considerando el ingreso de 170 personas en el sistema.

Figura 29:

Simulación de las etapas del modelo



Nota: Simulación de las etapas del modelo en Powersim

A partir de lo anterior se puede inferir que el modelo dinámico de sistemas representa adecuadamente lo que ocurre en la realidad, lo que implica que su comportamiento es muy similar al referente histórico del proceso de selección y realiza predicciones ajustadas. Estos resultados se socializaron y aprobaron con la analista de *talent acquisition* que suministró la información del caso histórico.

4.1.2.2. *Modelo de ingeniería ontológica*

El modelo de ingeniería ontológica diseñado para las etapas de identificación y asociación se evaluó mediante OQuaRE, un marco de evaluación de la calidad de ontologías basado en el estándar SQuaRE (*Software product Quality Requirements and Evaluation*) de ISO/IEC 25000. Este marco adapta características y subcaracterísticas de calidad del software para aplicarlas a las ontologías, tratándolas como artefactos de software. OQuaRE evalúa las ontologías en términos de características como adecuación funcional, confiabilidad, operabilidad, mantenibilidad, compatibilidad y transferibilidad, además de una característica estructural añadida, fundamental para las ontologías. Cada una de estas características se desglosa en subcaracterísticas específicas, que a su vez se miden mediante métricas cuantitativas. La particularidad de OQuaRE radica en su



capacidad para identificar fortalezas y debilidades en las ontologías evaluadas, permitiendo a usuarios y desarrolladores tomar decisiones informadas en función de sus necesidades (Duque, Fernández, Stevens, & Aussenac, 2011)

Las características que se evalúan con OQuaRE son:

Tabla 17:

Características que se evalúan en el OQuaRE

Característica	Subcaracterística	Descripción
Structure (Estructura)	Formalization (Formalización)	Uso de un modelo formal para permitir el razonamiento.
	Support for formal relationships (Soporte de relaciones formales)	Inclusión de teorías formales adicionales además de la taxonomía básica.
	Cohesion (Cohesión)	Relación fuerte entre las clases de la ontología.
	Entanglement (Enredo)	Medida de la complejidad en la herencia múltiple, lo cual puede indicar un diseño subóptimo.
	Redundancy (Redundancia)	Presencia de elementos repetidos que no aportan valor añadido.
	Consistency (Consistencia)	Ausencia de contradicciones dentro de la ontología.
Functional adequacy (Adecuación funcional)	Schema and value reconciliation (Reconciliación de esquemas y valores)	Capacidad de la ontología para proporcionar un modelo común de datos adaptable a diferentes vistas.



Característica	Subcaracterística	Descripción
	Consistent search and query (Búsqueda y consulta consistentes)	Uso del modelo formal de la ontología para mejorar los métodos de búsqueda y consulta.
	Knowledge reuse (Reutilización de conocimiento)	Grado en el que el conocimiento de la ontología puede ser usado en otras ontologías.
	Knowledge acquisition (Adquisición de conocimiento)	Capacidad de la ontología para servir de plantilla para la adquisición de instancias.
Reliability (Confiabilidad)	Recoverability (Recuperabilidad)	Capacidad de la ontología para volver a un nivel de rendimiento especificado después de una falla.
	Availability (Disponibilidad)	Grado de disponibilidad de la ontología para su uso continuo.
Operability (Operabilidad)	Learnability (Facilidad de aprendizaje)	Esfuerzo necesario para que los usuarios aprendan a usar la ontología.
Maintainability (Mantenibilidad)	Modularity (Modularidad)	Nivel en que la ontología está compuesta de componentes discretos que permiten cambios en una parte sin afectar a otras.
	Reusability (Reusabilidad)	Capacidad de la ontología para ser utilizada en más de un contexto o para construir otras ontologías.
	Analyzability (Analizabilidad)	Facilidad con la que se puede diagnosticar la ontología para identificar deficiencias o causas de inconsistencias.
	Changeability (Capacidad de cambio)	Habilidad de la ontología para ser modificada según cambios en el entorno o especificaciones funcionales.



Característica	Subcaracterística	Descripción
	Modification stability (Estabilidad de modificación)	Resistencia de la ontología a los efectos negativos de los cambios.
	Testability (Testabilidad)	Facilidad con la que la ontología puede ser probada para verificar su funcionalidad y consistencia.
Compatibility (Compatibilidad)	N/A	Compatibilidad de la ontología con otras ontologías o sistemas.
Portability (Transferibilidad)	N/A	Facilidad con la que la ontología puede ser transferida a otros entornos.

Nota: Tomado de Duque, Fernández, Stevens, & Aussenac (2011)

Cada característica presentada en la tabla anterior, es evaluada con una métrica cuantitativa, de manera que las métricas dan cuenta de las subcategorías y, éstas, a su vez, de las características. El procedimiento general que sigue OQuARE, es el siguiente:

La asignación de puntajes en OQuARE se puede comprender de la siguiente manera:

- Asignación de puntajes a métricas: cada métrica se evalúa y se le asigna un puntaje en una escala de 1 a 5, donde 1 significa "no aceptable", 3 es "mínimamente aceptable" y 5 "supera los requisitos".
- Promedio de subcaracterísticas: para cada subcaracterística, se calcula el puntaje como el promedio de los puntajes de las métricas asociadas. Esto permite tener un valor representativo de la subcaracterística basado en sus métricas.

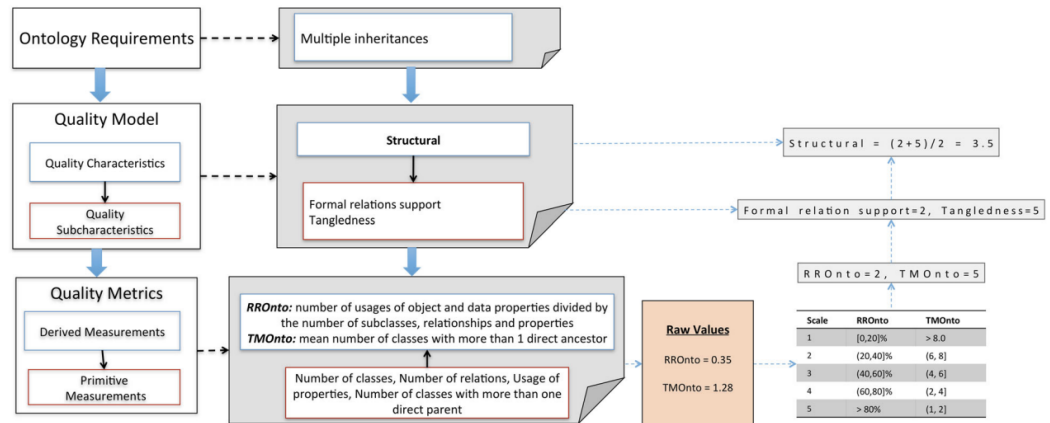


- Promedio de características: el puntaje de cada característica se obtiene promediando los puntajes de sus subcaracterísticas, de modo que cada característica refleje la evaluación de sus elementos específicos.
- Puntaje global opcional: Aunque el objetivo principal es identificar fortalezas y debilidades de la ontología, es posible calcular un puntaje global tomando el promedio ponderado de las características. Este paso es opcional y está pensado para casos donde se necesite un resumen global.

En el siguiente gráfico, se representa el modelo de calidad OQuaRE, presentando la trazabilidad desde los requisitos de calidad de la ontología hasta las métricas de calidad divididas en diversas capas:

Figura 30:

Modelo de calidad de OQuaRE



Nota: Tomado de Duque, Quesada, Iniesta, Fernández & Stevens (2016)

En el gráfico presentado los autores ejemplifican el modelo de calidad OQuaRE, que permite trazar de manera sistemática la relación entre los requisitos de calidad de una ontología y las métricas de calidad correspondientes. A través de diversas



capas interconectadas, este modelo ofrece un enfoque estructurado para evaluar y medir la calidad de una ontología en función de características específicas.

En primer lugar, se identifican los **requisitos de ontología**, representados en este caso por la presencia de "múltiples herencias" (multiple inheritances). Dichos requisitos establecen condiciones estructurales esenciales que la ontología debe satisfacer. Estos requisitos se consideran el punto de partida para la construcción de un modelo de calidad.

A partir de los requisitos, se desarrolla el **modelo de calidad**, el cual se descompone en características y subcaracterísticas de calidad. En este contexto, una de las características de calidad destacadas es la estructura, denominada "structural" (estructural), que se subdivide en subcaracterísticas como el soporte de relaciones formales y el "tangledness" (nivel de enredo). Estas subcaracterísticas permiten un análisis detallado de la estructura de la ontología, facilitando una evaluación específica de su calidad.

Seguidamente, el modelo de calidad se traduce en **métricas de calidad**. Estas métricas, que se derivan directamente de las subcaracterísticas, incluyen dos valores clave: **RROnto** y **TMOnto**. La métrica RROnto mide el uso de propiedades de objeto y datos en relación con el número de subclases, relaciones y propiedades de la ontología. Por su parte, TMOnto representa el promedio de clases que poseen más de un ancestro directo. Ambas métricas se calculan a partir de mediciones primitivas, tales como el número de clases, el número de relaciones, el uso de propiedades y la cantidad de clases con más de un ancestro directo. Estas métricas constituyen indicadores cuantitativos de la estructura de la ontología, proporcionando datos objetivos sobre su organización.

Para obtener los valores específicos de estas métricas, se emplean cálculos derivados de las subcaracterísticas. Por ejemplo, el valor de la característica estructural (structural) se obtiene como el promedio de dos subcaracterísticas: el soporte de relaciones formales, cuyo valor es 2, y el nivel de enredo (tangledness),



cuyo valor es 5, resultando en un valor estructural final de 3.5. Asimismo, los valores de RR_{Onto} y TM_{Onto} se calculan con base en datos observados, obteniendo para RR_{Onto} un valor de 0.35 y para TM_{Onto} un valor de 1.28.

Finalmente, el gráfico presenta una **escala de valores** a través de la cual las métricas RR_{Onto} y TM_{Onto} se clasifican en cinco niveles, que van del 1 al 5. Esta escala permite evaluar los valores obtenidos de RR_{Onto} y TM_{Onto} en rangos predefinidos, facilitando así la interpretación de los resultados y ofreciendo una visión estructurada de la calidad de la ontología.

La relación entre características, subcaracterísticas y métricas puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 18:

Características que se evalúan en el OQuaRE

OQuaRE characteristic	OQuaRE subcharacteristic	OQuaRE metric
Structural	Formal relations support	RR _{Onto}
	Tangledness	TM _{Onto}
	Cohesion	LCO _{Onto}

Functional adequacy	Controlled vocabulary	AN _{Onto}
	Inference	RR _{Onto} , CR _{Onto}
	Consistent search and query	AN _{Onto} , RR _{Onto} , AR _{Onto} , IN _{Onto}
	Knowledge acquisition and representation	AN _{Onto} , RR _{Onto} , NOM _{Onto}
...
Maintainability	Modularity	WM _{Onto} , CBO _{Onto}
	Analysability	WM _{Onto} , DIT _{Onto} , RFC _{Onto} , NOM _{Onto} , LCO _{Onto} , CBO _{Onto}
	Modification stability	WM _{Onto} NOC _{Onto} RFC _{Onto} LCO _{Onto} CBO _{Onto}
...
Reliability	Recoverability	WM _{Onto} , DIT _{Onto} , NOM _{Onto} , LCO _{Onto} ,
	Availability	LCO _{Onto}
...
Operability	Learnability	WM _{Onto} , LCO _{Onto} , RFC _{Onto} , NOM _{Onto} , CBO _{Onto} , NOC _{Onto}

Nota: Tomado de Duque, Quesada, Iniesta, Fernández & Stevens (2016)

Y, las métricas correspondientes se refieren a:



Tabla 19:

Métricas que se evalúan en el OQuaRE

Métrica OQuaRE	Descripción	
ANOnto	Mean number of annotation properties per class	Promedio del número de propiedades de anotación por clase
AROnto	Number of restrictions of the ontology per classes	Número de restricciones de la ontología por clases
CBOnto	Number of superclasses divided by the number of class minus the subclasses of Thing	Número de superclases dividido por el número de clases menos las subclases de Thing
CROnto	Mean number of individuals per class	Promedio del número de individuos por clase
DITOnto	Length of the largest path from Thing to a leaf class	Longitud del camino más largo desde Thing hasta una clase hoja
INROnto	Mean number of subclasses per class	Promedio del número de subclases por clase
NACOnto	Mean number of superclasses per leaf class	Promedio del número de superclases por clase hoja



Métrica OQuaRE		Descripción
NOCOnto	Mean number of the direct subclasses per class minus the subclasses of Thing	Promedio del número de subclasses directas por clase menos las subclasses de Thing
NOMOnto	Mean number of object and data property usages per class	Promedio del número de usos de propiedades de objeto y datos por clase
LCOMOnto	Mean length of all the paths from leaf classes to Thing	Promedio de la longitud de todos los caminos desde las clases hoja hasta Thing
RFCOnto	Number of usages of object and data properties and superclasses divided by the number of classes minus the subclasses of Thing	Número de usos de propiedades de objeto y datos y superclasses dividido por el número de clases menos las subclasses de Thing
RROnto	Number of usages of object and data properties divided by the number of subclassof relationships and properties	Número de usos de propiedades de objeto y datos dividido por el número de relaciones y propiedades de subclasses
TMOnto	Mean number of classes with more than 1 direct ancestor	Promedio del número de clases con más de 1 ancestro directo
WMCOnto	Mean number of properties and relationships per class	Promedio del número de propiedades y relaciones por clase

Nota: Adaptado de Duque, Quesada, Iniesta, Fernández & Stevens (2016)

El modelo se encuentra alojado como software en un repositorio en GitHub. La ontología se carga en los formatos solicitados, se analiza y se almacenan las



diferentes versiones evaluadas, de manera que se puedan observar los cambios en el tiempo. Los resultados obtenidos fueron:

- Evaluación de subcaracterísticas:

Figura 31:

Métricas de compatibilidad

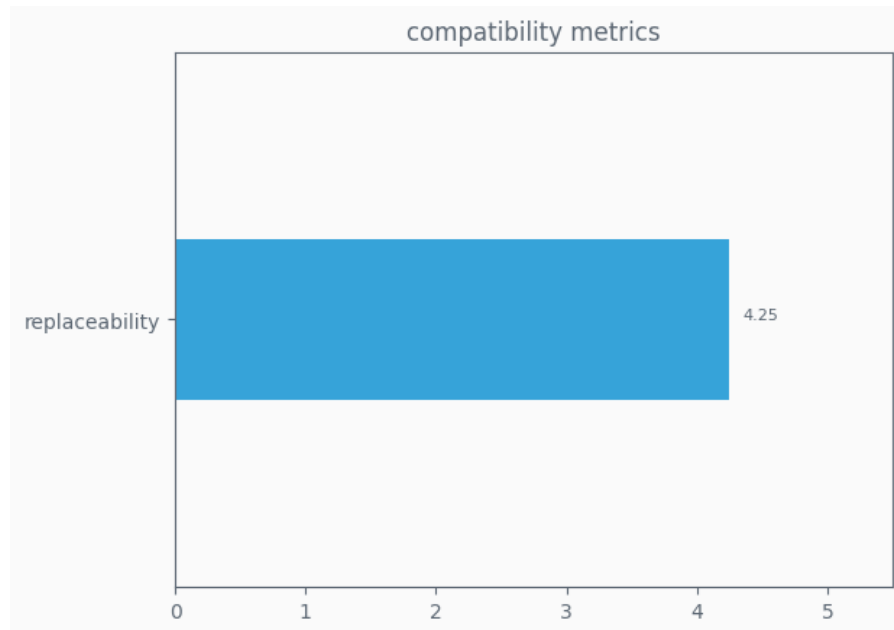


Figura 32:

Métricas de adecuación funcional

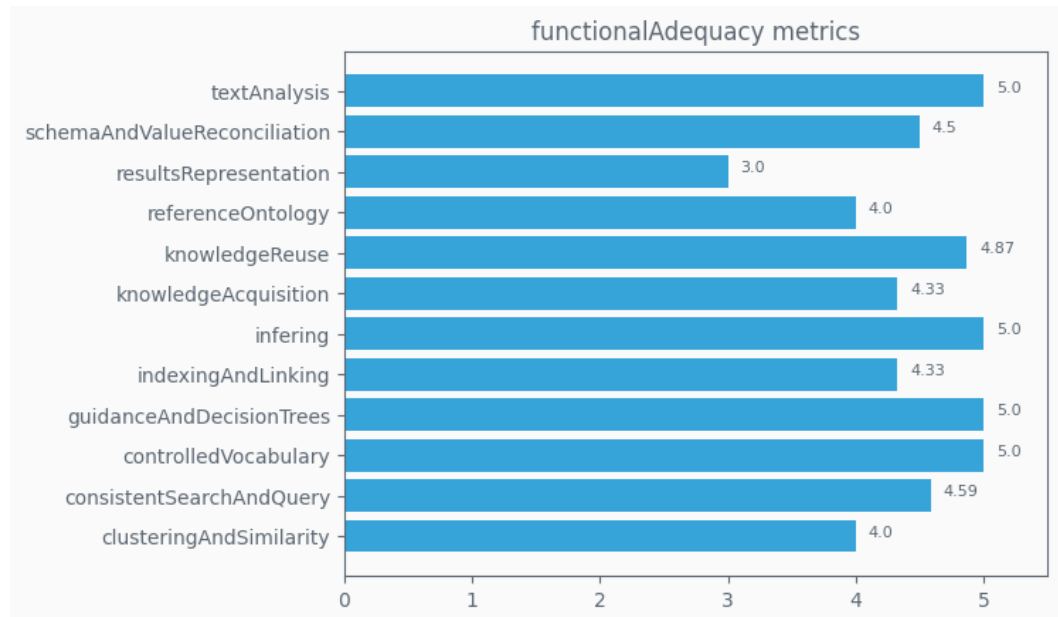


Figura 33:

Métricas de mantenimiento

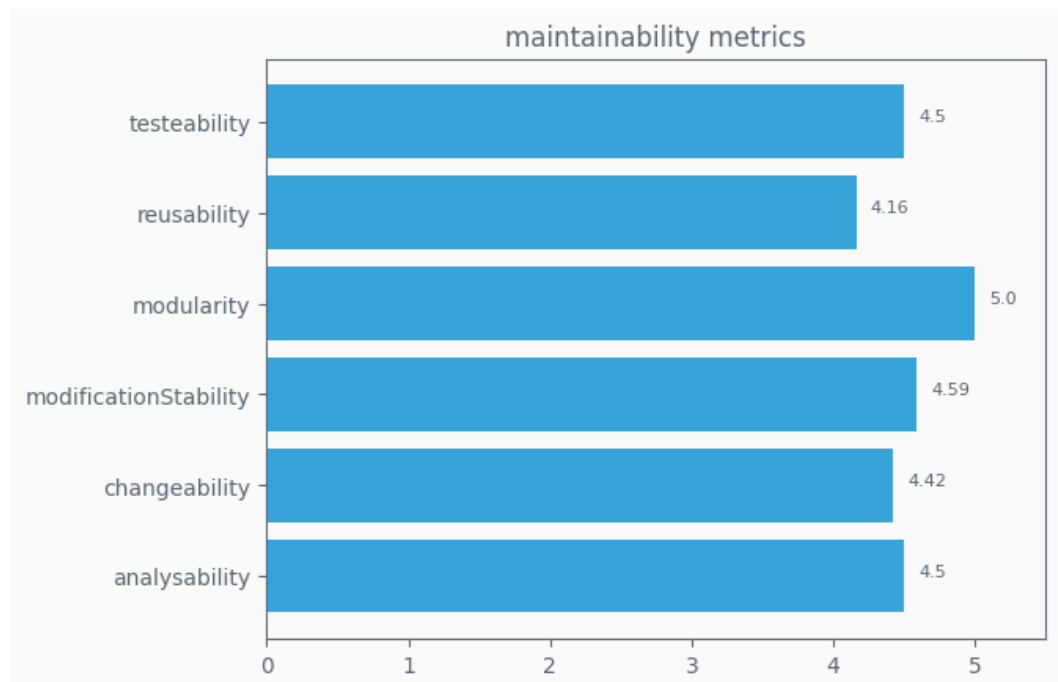


Figura 34:

Métricas de operabilidad

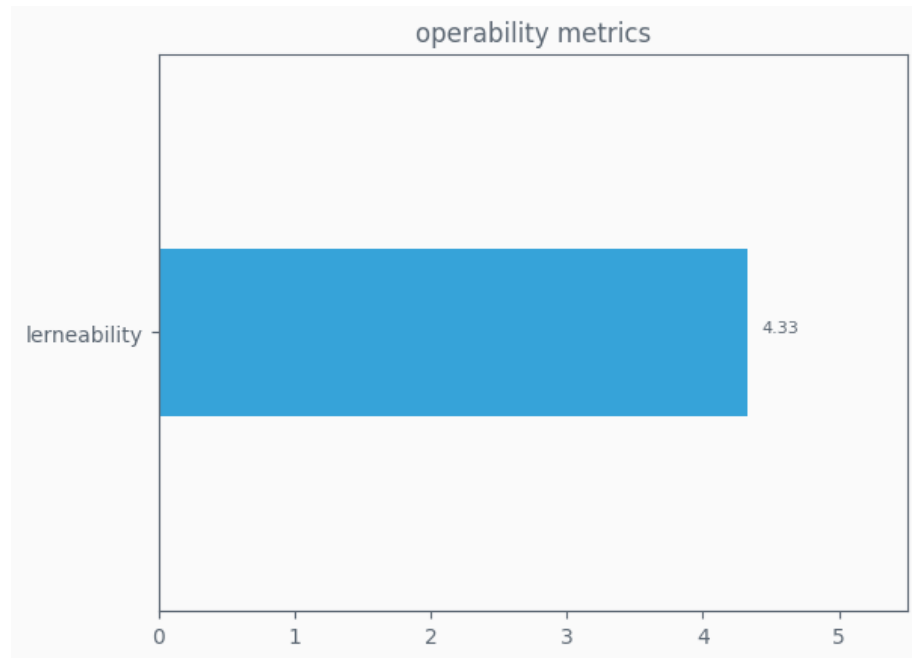


Figura 35:
Métricas de fiabilidad

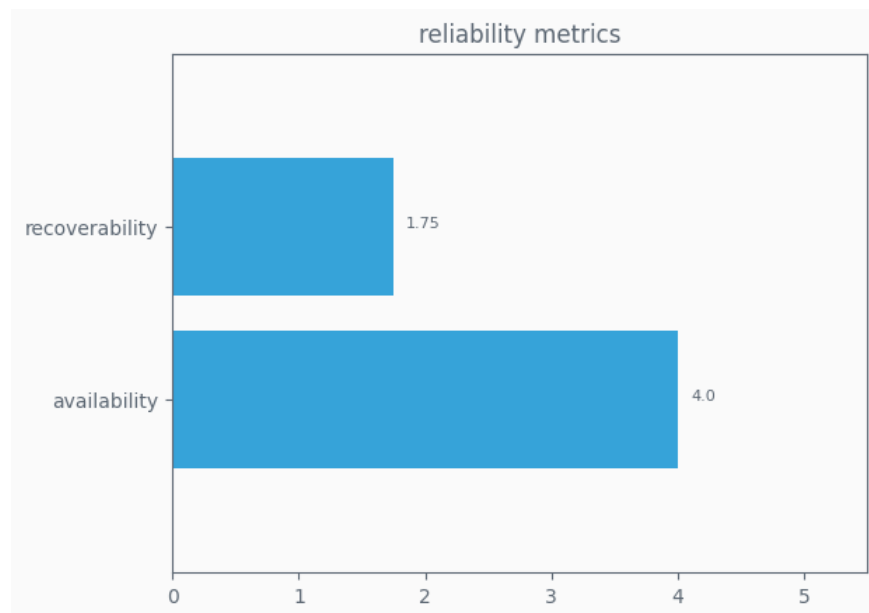


Figura 36:
Métricas de estructurales

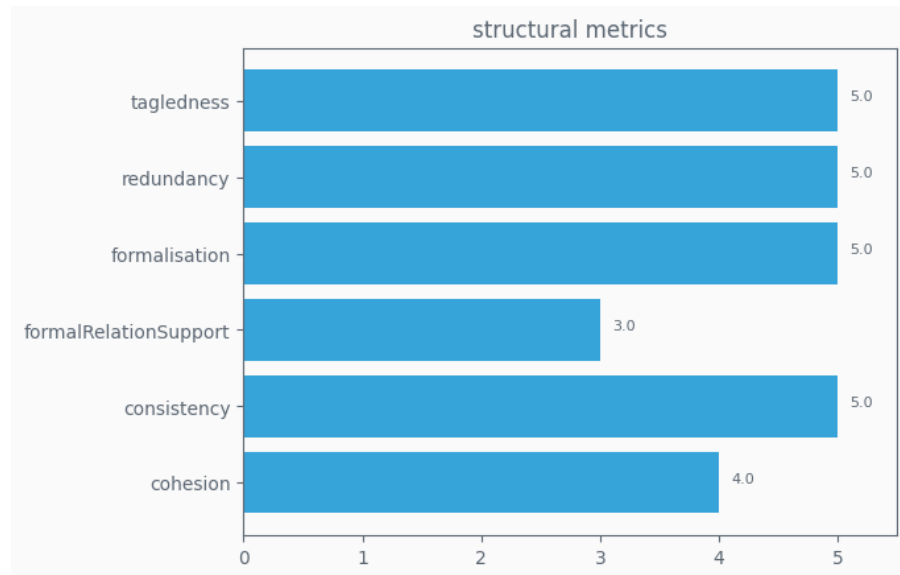
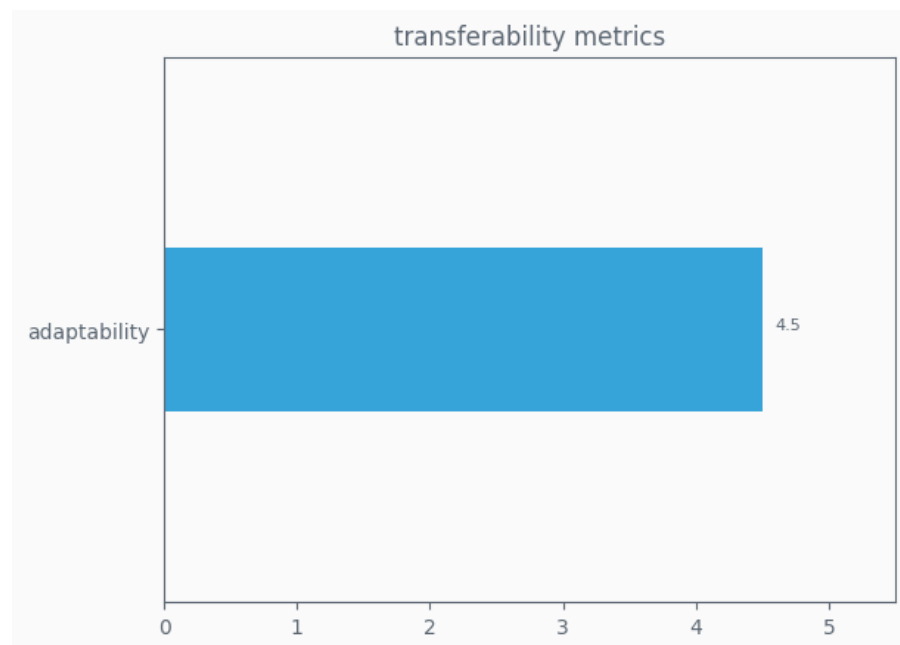


Figura 37:

Métricas de transferibilidad



En general, todas las subcategorías obtuvieron una puntuación media superior a 4 en la escala definida de 1 a 5, excepto la subcaracterística *recoverability* en la característica de *reliability*. *Recoverability*, integra WMCOnto, DITOnto,



NOMOnto, LCOMOnto, en las cuales participan, entre otros, dos factores clave: la profundidad de la ontología y las propiedades de datos.

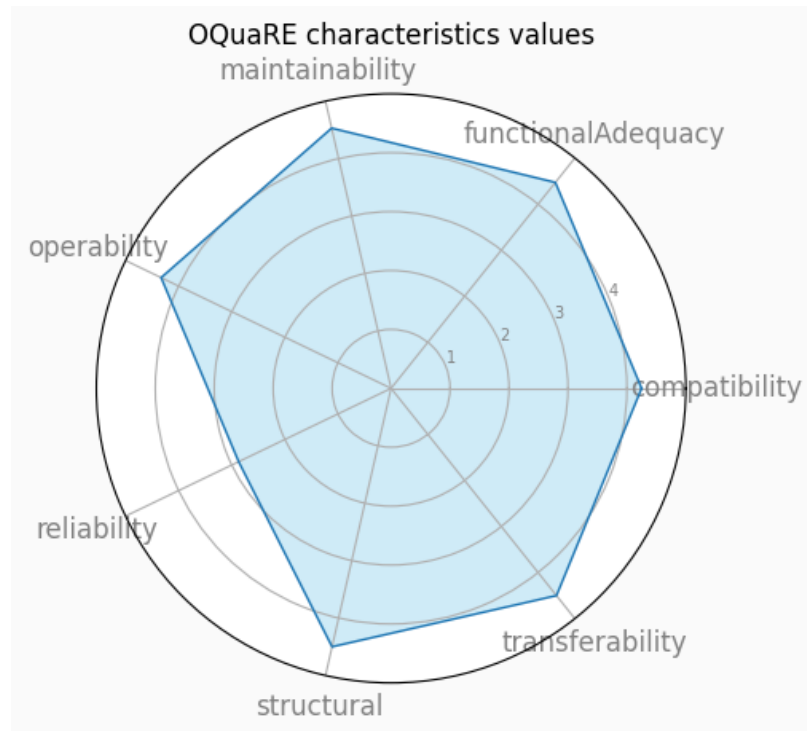
Estos aspectos no son relevantes para la ontología actual, debido a que ésta por su combinación de dominios conceptuales no requiere aún de la definición de propiedades de datos y, para el uso actual, no es necesario un desglose de clases muy profundo debido a que las clases actuales logran el objetivo de recomendar y sugerir los elementos de gamificación a partir del perfil del cargo esperado.

- Evaluación de característica:

Los valores de las métricas permitieron obtener las puntuaciones de las subcaracterísticas y estas de las características. A continuación, se presenta un gráfico de red con el resultado de cada característica:

Figura 38:

Valores de las características de OQuaRE



Como puede apreciarse, solo *reliability* se encuentra por debajo de 4, pero no es una característica que afecté la calidad de la ontología actual.

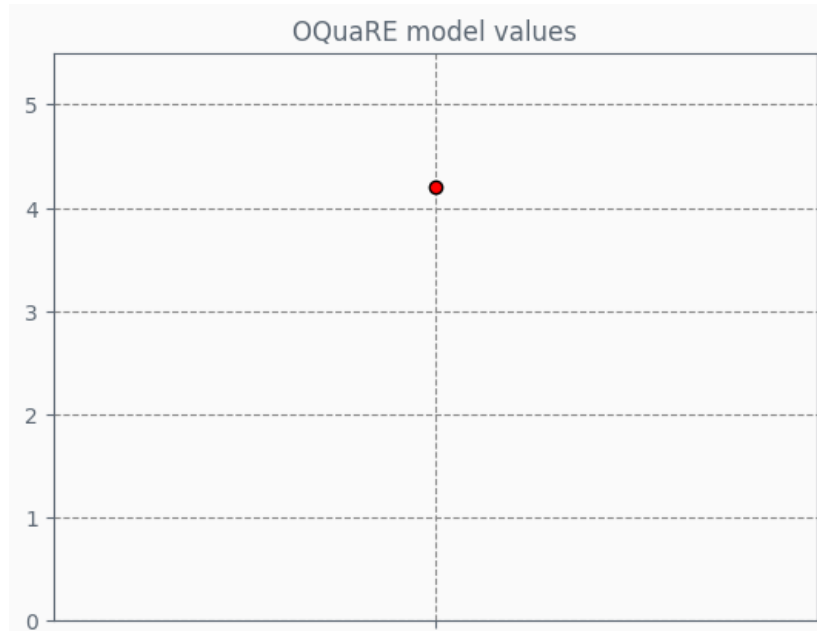
- Calificación general:

Finalmente, la calificación general fue de alrededor de 4.2, lo cual resulta muy bueno, considerando que las características que disminuyen la puntuación general no son de interés actual. En un futuro podrían revisarse de requerir que la ontología tenga un alcance mayor y se necesite incluir información de datos, los cuales deberán ser suministrados por la empresa que utilice el modelo.

A continuación, se presenta la gráfica correspondiente a la puntuación general:

Figura 39:

Valores del modelo OQuaRE



4.2. *¿Cómo funciona el modelo? - Pruebas integradas*

Las pruebas integradas son importantes en el marco de la evaluación de productos y artefactos ingenieriles. Si bien hay muchas formas de realizarlas en el presente estudio se realizaron por medio de un estudio de caso. De acuerdo con Runeson & Höst (2009), la metodología de estudio de caso es adecuada para muchos tipos de investigación de ingeniería de software, ya que los objetos de estudio son fenómenos contemporáneos, que son difíciles de estudiar de forma aislada. Esto aplica muy bien para el modelo diseñado en el presente proyecto de maestría, el cual implica aplicaciones en contexto para brindar información clave sobre su funcionamiento.

A continuación se detalla el estudio de caso.

4.2.1. **Estudio de caso.**

4.2.1.1. *Procedimiento realizado*



De acuerdo con lo presentado en el apartado de metodología sobre el estudio de caso, se siguieron las fases allí descritas con el fin de aplicar el modelo en una etapa de un proceso de selección de una empresa con necesidad de personal clave.

Selección y definición del caso:

- *Tipo de estudio de caso:*

Entre los subtipos de estudio de caso se seleccionó el exploratorio porque permite: en primer lugar, el aprovechamiento del caso para comprender los fenómenos estudiados; en segundo lugar, la inmersión en el campo estudiado; y en tercer lugar, la generación de hipótesis y el diseño de teorías preliminares; siendo la generalización algo opcional (Creswell, 2017).

- *Empresa:*

Se trabajó con una empresa de tecnología del tipo fintech, en adelante *E-fintech*. Su nombre se mantendrá oculto por términos de confidencialidad.

- *Actividad de la empresa:*

La empresa se dedica al rubro de transacciones digitales como comercio, seguridad, intermediación, administración, entre otras.

- *Foco:*

Se seleccionó una “unidad de negocio” con un producto específico: una pasarela de pago. Este producto comprende una estructura de talento humano particular de alrededor de 210 colaboradores, de los cuales 140 corresponden con personal que tienen actividades de tecnología claves.



Aproximadamente, 40 cargos cumplen con ser de alta demanda y poca oferta.

- *Problema específico:*

Además de una baja incorporación de personal TI calificado para los cargos claves de alta demanda, la E-fintech presenta un problema específico: la fuga del talento en los procesos de selección. La empresa ha determinado que esto se da como consecuencia de múltiples factores como procesos lentos o prolongados, actividades de selección poco satisfactorias y una experiencia desmotivadora en los candidatos. Estos dos últimos factores son claves para evaluar el modelo.

El proceso de selección desde el primer paso hasta el último puede tardar entre cuatro y ocho semanas, posee muchos filtros y subprocesos internos con actividades diferentes y, en ocasiones, implican a personal distinto. Todo esto no solo es inoportuno frente a un mercado competitivo, creativo e innovador, sino que también genera una alta insatisfacción y una alta desmotivación en el proceso. Muchos candidatos, especialmente desarrolladores de software, se retiran del proceso o son reclutados por otras empresas.

En un período de dos meses, por ejemplo, se contactaron 585 desarrolladores de diferentes países por medio de LinkedIn. 290 desarrolladores accedieron a un contacto con la empresa, de los cuales 90 continuaron con la realización de la prueba técnica y 39 personas entregaron prueba técnica. De esta fuente de candidatos de LinkedIn, 0 candidatos fueron contratados por no poseer las habilidades requeridas.



Lo anterior evidencia una fuga alta de talento en cada fase del proceso y que no se explica por la aplicación adecuada de los filtros en las diferentes actividades evaluativas de la selección. Este método tradicional de selección no se corresponde con los ritmos de la industria tecnológica, es poco atractivo e innovador, no brinda datos precisos y automatizados, ni una experiencia agradable para el candidato.

- *Contexto específico:*

Para resolver el problema anterior, se formuló un proyecto de investigación aplicada entre el grupo de investigación ITOS y la E-fintech que se financió con recursos de la Convocatoria de Investigación Aplicada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia. En este se propuso mejorar el proceso de selección aumentando la motivación y la participación de los candidatos por medio de la gamificación.

En el marco de este proyecto, se utilizó el modelo para la gamificación de procesos de selección como una de las herramientas para apoyar el diseño de un videojuego serio y la gamificación de una etapa del proceso de selección, entendiendo que el proyecto fue una propuesta de solución para atender las necesidades de retener talento en los procesos y mejorar la incorporación de personal. En este sentido, en el proyecto se diseñó un esquema con una nueva concepción del proceso:

Figura 40:

Nueva concepción del proceso de selección



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



El anterior gráfico muestra la nueva concepción del proceso como un videojuego serio en el cual se encuentran todas las etapas para seleccionar el talento requerido por la organización. En la etapa 1 se definen los perfiles y se abre una convocatoria. Los candidatos suministran por los medios definidos, sus currículos que deben contener una descripción soportada de sus conocimientos, habilidades y actitudes. Idealmente, esto se hará en la inscripción o registro en el juego. Posteriormente, en la etapa 2, los candidatos que pasan el filtro, ingresan al juego en un concepto de mundo abierto donde podrán encontrar situaciones o misiones que los llevará progresivamente a realizar cada una de las pruebas de la selección de personal: pruebas de personalidad, pruebas de habilidades, pruebas técnicas y la entrevista. Toda la información recolectada en el videojuego se consolida en bases de datos y se articula con otros programas de la empresa para que luego los analistas tomen las decisiones de incorporación y contratación, todo esto en la etapa 3.

Ahora bien, de todo este gran videojuego serio para la selección de personal, el proyecto se concentró en una sola de las etapas o actividades de la selección, la evaluación de habilidades. El modelo de gamificación para la



selección de personal fue aplicado en el diseño del videojuego serio y en la gamificación de la prueba de habilidades.

Elaboración de preguntas:

Partiendo del problema y el contexto específicos se formularon las siguientes preguntas para responder en el estudio de caso:

Tabla 20:

Preguntas del estudio de caso

No.	Pregunta
Q1	¿Cómo se aplicó y qué resultados tuvo la aplicación del modelo para la gamificación de procesos de selección?
Q2	¿Cómo se integraron los diversos componentes del modelo para la gamificación de procesos de selección?
Q3	¿Qué aprendizajes deja la aplicación del modelo de gamificación de procesos de selección?

Localización de las fuentes de datos:

Para realizar una recolección de información que permitiera responder a las preguntas después de realizar la aplicación del modelo se tuvo en cuenta las siguientes fuentes de información:

Tabla 21:

Fuentes asociadas a las preguntas del estudio de caso



Pregunta del caso de estudio.	Fuente
Q1	Documentación del proceso y resultados derivados del proceso
Q2	Documentación de salida de las diferentes etapas del proceso
Q3	Entrevista a personas claves Grupo focal a participantes de la prueba piloto

Análisis e interpretación:

Se analizaron los datos de manera mixta. Con el diseño cualitativo se hicieron descripciones de lo realizado y los resultados obtenidos. También, y en algunas situaciones, se identificaron categorías emergentes de relevancia, para esto se utilizó la categorización simple (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014). Estos autores proponen un enfoque iterativo que incluye la codificación de los datos, la identificación de patrones y el agrupamiento de estos en categorías coherentes. Este tipo de categorización es fundamental para organizar los datos cualitativos y facilitar la interpretación de los fenómenos estudiados. Además, la forma cíclica permite revisar y ajustar las categorías durante el análisis. El proceso que siguió fue el siguiente:

Tabla 22:

Procedimiento de categorización simple

Paso	Descripción
Revisión de datos	Revisión de los datos cualitativos para obtener una visión general y seleccionar ideas clave.
Identificación de temas	Detección de temas recurrentes o importantes que emergen de los datos.
Creación de categorías	Agrupamiento de temas similares en categorías amplias que reflejan patrones clave.



Asignación de datos	Organización de los fragmentos de datos bajo las categorías correspondientes, según su relación temática.
Refinamiento de categorías	Revisión y ajuste iterativo de las categorías para asegurar que sean coherentes y reflejen adecuadamente los datos.

4.2.1.2. Resultados de la aplicación en un caso de estudio

En este apartado se busca responder a las preguntas del estudio de caso: **¿Cómo se aplicó y qué resultados tuvo la aplicación del modelo para la gamificación de procesos de selección?**, utilizando como fuentes primarias de información, la documentación generada en el proceso y sus resultados; y **¿Cómo se integraron los diversos componentes del modelo para la gamificación de procesos de selección?**, utilizando como fuentes la documentación de salida de las diferentes etapas del proceso.

Para la última pregunta: **¿Qué aprendizajes deja la aplicación del modelo de gamificación de procesos de selección?**, se dedica un apartado al final del estudio de caso.

¿Cómo se aplicó y qué resultados tuvo la aplicación del modelo para la gamificación de procesos de selección? y **¿Cómo se integraron los diversos componentes del modelo para la gamificación de procesos de selección?**

El proceso se aplicó siguiendo la ruta que plantea el modelo, la cual está determinada por la realización de cada una de las etapas. La última etapa, la de la evaluación, se presentará de forma combinada en el apartado de la evaluación de la propuesta de solución y corresponde con la evaluación del modelo. A continuación, se describe el proceso y los resultados de la aplicación del modelo en un estudio de caso.



Caracterización

Para iniciar, se realizaron encuentros con el personal de la empresa para escuchar en detalle cómo se estaba realizando el proceso de selección. El trabajo se complementó con la participación de estudiantes del curso de Análisis y diseño de sistemas 2 de la Universidad de Antioquia, quienes aportaron en el entendimiento de la situación y trataron de crear un modelo que representará el proceso.

Además, de los espacios particulares con personal clave de la empresa, se realizaron 3 encuentros con equipo extendido donde participaron los estudiantes del curso, su docente, el investigador principal del proyecto y los coinvestigadores; líderes de Talent acquisition y Gente y cultura GyC, analistas de reclutamiento y analistas de GyC. En los primeros 2 encuentros se levantaron requisitos, después el grupo trabajó de manera independiente en el desarrollo de las sesiones de clase con acompañamiento de la profesora encargada y la coordinadora del proyecto. y en el tercer encuentro se presentó el modelo resultante.

De este proceso, se generó 1 modelo BPMI, 1 modelo causal o hipótesis dinámica, 1 modelo de dinámica de sistemas con el que, además de representar la situación, se hicieron simulaciones de comportamientos dinámicos con un buen nivel de ajuste a la realidad; y 1 modelo de sistémico de Godet a partir del análisis de la influencia y la dependencia entre las variables.

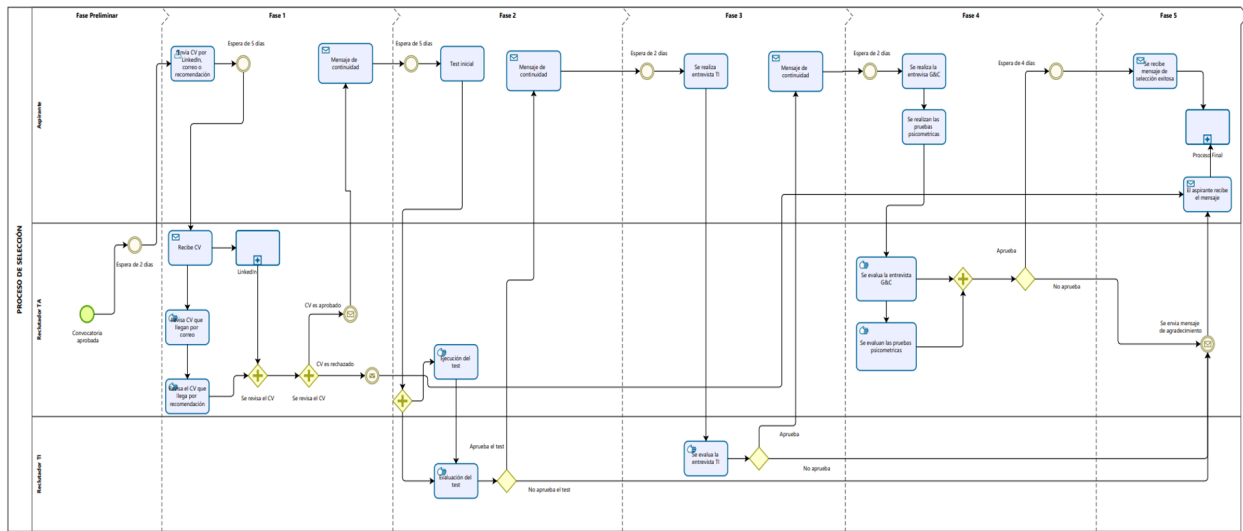
- Modelo BPMI



Los estudiantes del curso de Fundamentos de análisis y diseño de sistemas 2023-2, se dividieron en grupos y construyeron los diagramas de procesos de manera tutoriada. De este trabajo resultó el siguiente modelo:

Figura 41:

Diagrama BPMI del proceso de selección construido con estudiantes



Como puede apreciarse, el gráfico muestra el proceso de selección de personal, dividido en fases: preliminar, fase 1, fase 2, fase 3, fase 4, y fase 5. Cada fase está claramente organizada en distintas líneas de carril que indican el flujo entre actores como el "Reclutador TA" y "Reclutador TI". El proceso comienza con la convocatoria aprobada, el recibo de CVs y su evaluación. A lo largo de las fases, se incluyen etapas como la realización de pruebas psicométricas, entrevistas y la evaluación de candidatos, culminando en la notificación de la selección.

En la fase preliminar del proceso de selección, una vez la convocatoria es aprobada, el reclutador de *Talent Acquisition* inicia la búsqueda de candidatos y recibe CVs por diversas fuentes, como LinkedIn, correo



electrónico o recomendaciones. Estos CVs se revisan para verificar si cumplen con los criterios requeridos.

En la fase 1, los candidatos cuyos CVs son aprobados reciben un mensaje de continuidad y se otorgan cinco días de espera antes del siguiente paso. Luego, en la fase 2, los candidatos seleccionados deben completar una prueba inicial, cuyos resultados se evalúan para determinar su continuidad en el proceso.

Posteriormente, en la fase 3, los candidatos que aprobaron la prueba son convocados para una primera entrevista (T1). Aquellos que superan esta entrevista reciben un mensaje informándoles que siguen en el proceso, para que, en la fase 4, se lleve a cabo una entrevista más profunda (G&C) que incluye pruebas psicométricas, tras lo cual se evalúan tanto las entrevistas como las pruebas. Finalmente, en la fase 5, al concluir las evaluaciones, se envía un mensaje de selección al candidato elegido y a los demás se les agradece su participación con un mensaje de cierre del proceso.

- Modelos de dinámica de sistemas

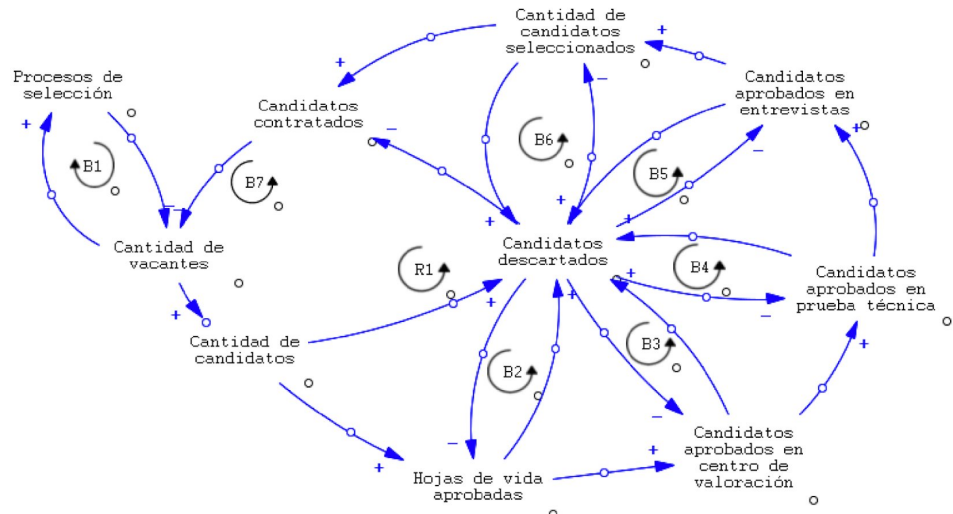
El modelo de dinámica de sistemas se construyó utilizando el software Powersim 2005, Service reléase 3. En términos generales, el modelo representa el proceso de selección de personal como una cadena de envejecimiento en la cual al crearse un número determinado de vacantes se abre una convocatoria a la que se presentan un conjunto de candidatos que son sometidos a 4 etapas de carácter evaluativo, por lo tanto, el grupo de candidatos pasa de una etapa a otra en cadena con un porcentaje de descarte en cada etapa y hasta llegar a reducirlo al número mínimo de vacantes. Por



lo anterior, el modelo incluye un conjunto de etapas que pueden seguir la siguiente representación causal:

Figura 42:

Diagrama causal o hipótesis dinámica



Nota: Elaboración propia

En este modelo causal se puede apreciar que, en primer lugar, el proceso de selección se inicia de acuerdo con la cantidad de vacantes, entre más haya, más procesos de selección deberán haber en un periodo determinado y, entre más procesos hayan se espera una disminución en las vacantes disponibles. Entre más vacantes haya más candidatos se presentarán y más hojas de vida se recibirán. Estos candidatos son filtrados en cada etapa del proceso, por lo que entre más candidatos más descartados habrán y entre más descartados hayan menos candidatos pasan a la siguiente etapa. Este comportamiento se repite en cada etapa posterior, de modo que entre más cantidades sean aprobados en las etapas de hojas de vida, centro de valoración, prueba técnica y entrevistas, más descartados habrán y entre más descartados menos personas se aprueban. Lo que representa un conjunto de ciclos de balance: B1, B2, B3, B4 y B5.

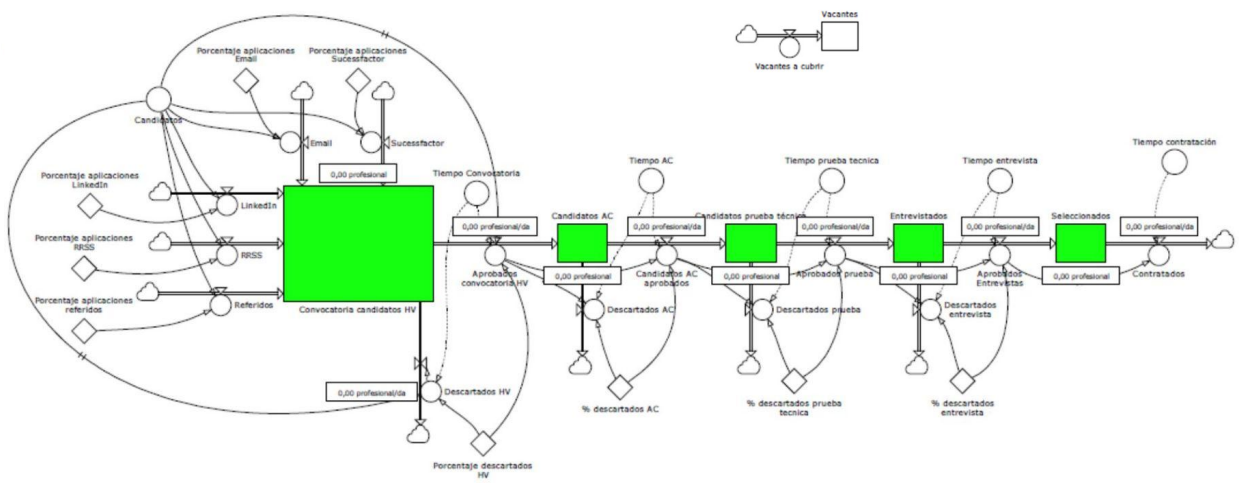


De esta manera, entre más candidatos seleccionados menor fue el número de descartados y más candidatos contratados (B6). Y entre más contratados el número de vacantes disminuye, este último es un ciclo de balance (B7). Finalmente, se identifica un ciclo de refuerzo (R1), el cual representa que entre mayor sea el número de vacantes, más candidatos habrá, lo que aumenta la cantidad de personas descartadas. Pero, entre más se descartan, menos personas serán contratadas y entre menos contratados más vacantes.

Estas relaciones anteriores, fueron parte del análisis y la comprensión del modelo. A continuación, se muestra el modelo general, solo para ilustrar el proceso completo. Posteriormente, se detallarán las ecuaciones utilizadas en la etapa de evaluación del modelo. La información derivada de este modelo fue a partir de la simulación del proceso a partir de datos históricos, tomando como entrada 170 hojas de vida de candidatos. Esto será revisado con más detalle en el apartado de evaluación.

Figura 43:

Modelo de dinámica de sistemas



Nota: Elaboración propia en Powersim



La construcción de este modelo, implicó la definición de un conjunto de variables y parámetros que permitieron la elaboración de las ecuaciones.

- Análisis sistémico Godet

Con el análisis de Godet se buscó priorizar las variables a incluir en el proceso de gamificación apuntando al aumento de la motivación. Por esta razón, se hizo una revisión de las variables de la motivación, encontrando las siguientes desde el texto de (Reeve, Raven & Besora, 2010):

- Atención: concentración y enfoque a la tarea, tiene que ver con la dirección del esfuerzo sensorial y perceptivo. Entre más atenta y concentrada se muestre la persona mayor es el nivel de motivación dirigido a la tarea.
- Esfuerzo: medida de fuerza utilizada al intentar el logro de la tarea, se relaciona con la cantidad y calidad de los recursos empleados para el logro de la tarea. Entre más esfuerzo deposite una persona en la realización de una tarea mayor será la motivación que posee.
- Latencia: el tiempo que una persona demora en dar una respuesta después de la exposición inicial a un estímulo. Una latencia corta indica alta motivación y por el contrario, una latencia larga es un indicador de poca motivación.
- Persistencia: tiempo entre el inicio y el final de una respuesta, se refiere a la constancia con la cual un individuo realiza una tarea. Dependiendo de la tarea, si la persistencia es larga es indicador de



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

alta motivación, y entre más corta sea menor será el grado de motivación.

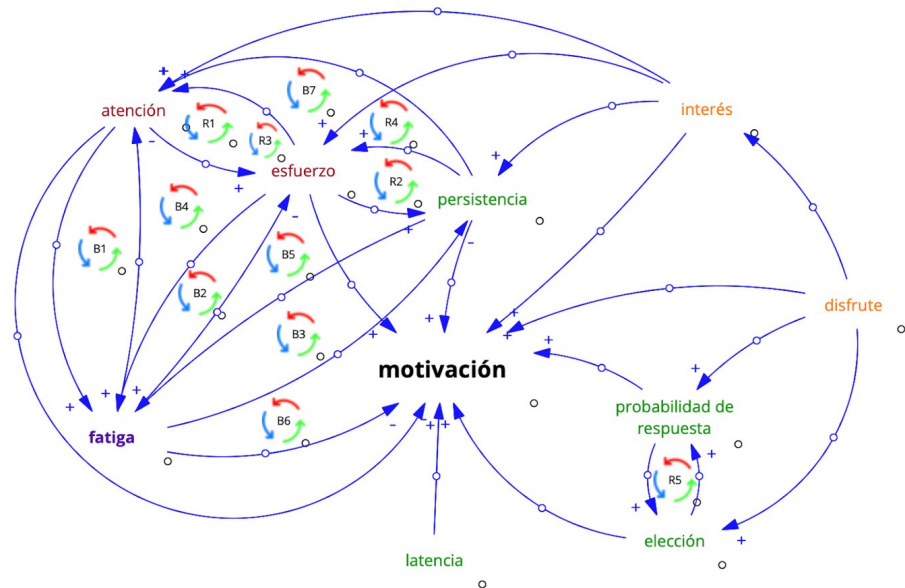
- Elección: mostrar preferencia hacia una opción cuando se presentan varias opciones. Cuando se elige repetidamente una opción por sobre otras, es indicador de motivación hacia la opción elegida, entre más interés muestra una persona puede predecirse un mayor nivel de motivación.
- Probabilidad de respuesta: dadas varias oportunidades diferentes para la ocurrencia de un comportamiento, la probabilidad de respuesta es el número o el porcentaje de ocasiones en que ocurre esa respuesta específica dirigida a una meta. Entre más respuestas más motivación.
- Expresiones faciales: movimientos faciales como bajar las cejas, o subirlas, sonreír o subir el labio superior, etc., representativos de emociones positivas o negativas.
- Ademanos corporales: postura, cambios de posición, movimientos de las piernas, brazos y manos.
- Interés: reacción dada ante estímulos de la tarea que atrapan el esfuerzo cognitivo, emocional y comportamental del individuo.
- Disfrute: experiencia subjetiva que aparece como reacción a los estímulos de una tarea o conjuntos de ellos y que producen sensaciones positivas en un individuo.



Con el conjunto de variables se construyó un modelo causal para conocer la posible influencia que hay entre ellas y con el concepto general de motivación:

Figura 44:

Modelo causal de las variables de la motivación



Esta caracterización del proceso es consistente con lo identificado en el modelo BPMI y contiene consideraciones del modelo causal presentado previamente.

Resultados de salida de la etapa de caracterización:

Tabla 23:

Problemas principales de la selección de personal en la E-Fintech

La caracterización identificó los siguientes problemas principales:



- El proceso de selección en la E-Fintech se realiza en tiempos prolongados y algunas tareas tardan mucho en completarse, lo que hace que las decisiones sean lentas.
- El proceso es tradicional, lo que implica que las tareas de los candidatos sean enviar documentación, responder pruebas y cuestionarios, y participar en entrevistas, entre otras. Lo anterior sumado a un proceso lento puede percibirse como poco satisfactorio y desmotivador, conduciendo a la fuga del talento humano.
- Las pruebas de habilidades en el marco del proceso de selección general, implican 2 pruebas en un periodo de 5 días.
- El perfil del cargo esperado es un DS.

Definición

Partiendo de los resultados anteriores, en la definición, se indagó con la empresa la existencia de perfiles de cargo o funciones para las vacantes. En principio fue clave identificar si los perfiles mostraban alguna afinidad por los tipos de tareas demandadas en el proceso.

Se encontró que la empresa ya contaba con un perfil estructurado que contenía, en la parte inicial, aspectos generales como el cargo, indicando 4 cargos del nivel junior al nivel senior con 2 intermedios, el área y la descripción general; luego se presentan 4 categorías que van del nivel básico



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

al avanzado junto con una descripción para cada una de estas. Posteriormente, se enlistan todas las funciones y se define en qué nivel deben ser ejecutadas por cada uno de los cargos. Después, se describen los requisitos para cada cargo en términos de educación y experiencia.

Posteriormente, el esquema se repite para las competencias funcionales y las habilidades blandas, describiendo para cada una de ellas las categorías en los niveles básico, medio, alto y avanzado y, luego, indicando estos niveles para cada una de las competencias y para cada una de las habilidades blandas. Como documento anexo se incluye una copia vacía del formato, no se incluye el contenido por asuntos de confidencialidad.

Tabla 24:

Estructura del perfil

Funciones del cargo				
Categoría	Breve descripción			
Básico				
Medio				
Alto				
Avanzado				
Funciones y responsabilidades	Junior	Desarrollador 1	Desarrollador 2	Senior



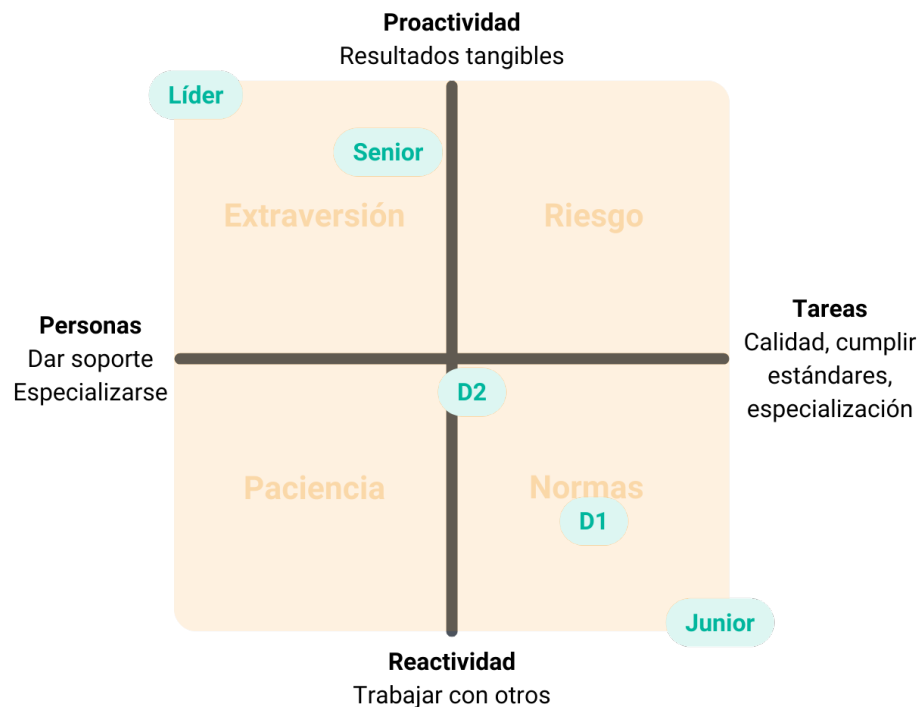
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Como hallazgo relevante de esta revisión del cargo es llamativo que el perfil no es único para cada cargo, sino que muestra 4 perfiles de cargo cuya diferenciación se encuentra representada por los diferentes niveles de las categorías básico, medio, alto y avanzado que varían dependiendo de cada cargo: desarrollador junior, desarrollador 1, desarrollador 2, desarrollador senior. Además, no se encuentra una identificación del perfil de comportamiento o de personalidad según la teoría de Marston a pesar de que la empresa utiliza la prueba PDA cuya base fundamental es la teoría de Marston.

Por lo tanto, se procedió con el análisis de cada uno de los elementos del perfil, para identificar las características de comportamiento y personalidad según Marston. El resultado se sintetiza en la siguiente gráfica:

Figura 45:

Identificación de personalidad de los perfiles según Marston





La gráfica presentada ilustra un modelo de desarrollo de competencias que organiza distintos niveles de experiencia en función de comportamientos y enfoques profesionales. Este esquema se articula a partir de dos ejes fundamentales que permiten situar las características y roles de los individuos de manera más clara y estructurada, tal como lo propone Marston en su teoría.

En primer lugar, el eje vertical distingue entre la proactividad y la reactividad. La proactividad, ubicada en la parte superior del eje, se asocia con un enfoque orientado a la obtención de resultados tangibles y a la toma de iniciativa. En contraste, en la parte inferior, la reactividad implica un trabajo más dependiente de la interacción con otros, es decir, una respuesta adaptativa a las demandas del entorno.

Por otro lado, el eje horizontal contrapone dos enfoques: personas y tareas. El lado izquierdo del eje está vinculado con el soporte a las personas y la especialización en interacciones humanas. En cambio, el lado derecho se orienta hacia un enfoque en tareas, donde prevalece el interés por la calidad, el cumplimiento de estándares y la especialización técnica.

La intersección de ambos ejes da lugar a cuatro cuadrantes que describen perfiles con distintos grados de desarrollo y habilidades. El cuadrante superior izquierdo refleja una orientación hacia la extraversión, un atributo que privilegia la interacción social y las habilidades interpersonales. En oposición, el cuadrante inferior derecho corresponde a la adhesión a normas, donde la prioridad es cumplir procedimientos establecidos y realizar tareas específicas. El cuadrante inferior izquierdo está relacionado con la paciencia, un comportamiento asociado a la perseverancia, la especialización personal y el soporte. Finalmente, el cuadrante superior



derecho representa el riesgo, donde los individuos deben gestionar la incertidumbre y tomar decisiones bajo presión.

Dentro de esta estructura, se ubican los diferentes perfiles con sus niveles que trazan una posible progresión en el desarrollo profesional. En la parte inferior derecha, se encuentra el perfil Junior, caracterizado por un mayor enfoque a las tareas rutinarias, la conformidad con estándares preestablecidos y la dependencia de otros. A medida que el individuo avanza, surgen los perfiles D1 y D2, ubicados en el mismo cuadrante pero mostrando una transición que va de una alta orientación hacia las tareas y la alta dependencia y se proyecta a menores niveles de esta misma orientación. En la parte superior, en el centro, justo sobre el eje vertical, se posiciona el perfil Senior, indicando la capacidad de asumir algunos riesgos y su tendencia a trabajar con personas. Finalmente, en la parte superior izquierda, se encuentra el perfil de Líder, asociado con un alto grado de extraversión y un enfoque proactivo, evidenciando el punto más alto de la progresión profesional de los cargos.

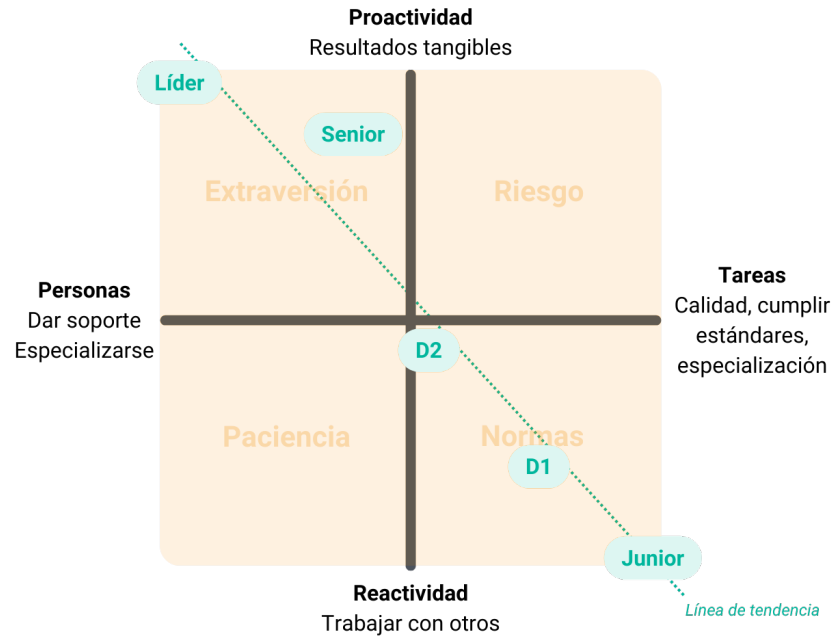
Al trazarse una línea de tendencia, se observa un comportamiento interesante que se presenta en la siguiente gráfica:

Figura 46:

Tendencia de personalidad de los perfiles



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



De esta manera, se infiere que en los cargos de TI de la empresa existe una tendencia de desarrollo de comportamiento según el nivel del cargo, que va desde las normas, determinadas por una orientación marcada hacia las tareas y el trabajo con otros, en los niveles Junior; hasta la extraversión, determinada por una orientación marcada a la proactividad y las personas en los cargos de liderazgo.

De todos estos cargos, el Desarrollador Senior (DS) y el Líder de TI son los que tienen mayor demanda y menor oferta. Se seleccionó el DS porque el Líder de TI es un rol que la empresa prefiere formar en vez de buscar en el medio para contratar. Además, se incluyó el perfil del DJ para establecer comparaciones.

Las personas con los perfiles DS y Líder de TI por su estilo de comportamiento y personalidad caracterizado por la extroversión no se sienten muy cómodos en tareas repetitivas y procesos tradicionales que les implica seguir órdenes y esperar pasivamente. En lugar de esto, los



escenarios flexibles que les permiten desplegar sus capacidades de manera más autónoma, proactiva y menos regulada, normalmente les provee lo necesario para mantenerse motivados e interesados en las tareas. Lo que arroja luz sobre por qué existe fuga de talento durante el proceso de selección.

Por otra parte, el proceso tradicional si podría ajustarse más al estilo de personalidad marcado por un eje de normas, lo que implica que los perfiles DJ, D1 y D2, si podrían mantener su interés y su motivación en el proceso de selección.

Resultados de salida de la etapa de definición:

Tabla 25:

Resultados de la definición

La definición arrojó los siguientes resultados:

- El eje de personalidad de los cargos con alta demanda y poca oferta es el eje de extraversión.
- Es posible que para los perfiles junior del área de tecnología, el proceso tradicional si sea funcional.

Identificación

De acuerdo con el modelo y partiendo del perfil anterior, se construyó un modelo de ingeniería ontológica de aplicación que permitió asociar el eje de comportamiento en el perfil del DS con un perfil de jugador del modelo de



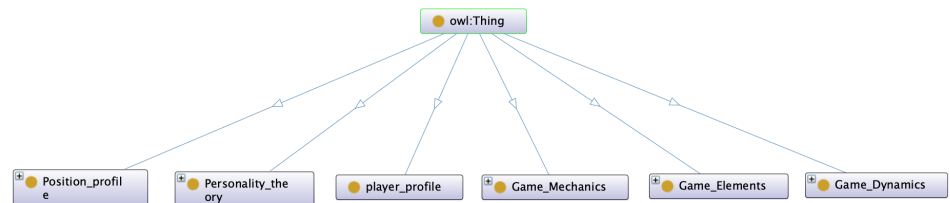
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Bartlet, determinando así qué tipo de jugador corresponde con el comportamiento deseado en el candidato. Para este fin se utilizó Protégé, una herramienta de software utilizada en el campo de la ingeniería ontológica para crear, editar y gestionar ontologías, permite construir modelos de conocimiento que representan un dominio específico, facilitando la organización y el análisis de la información.

Para empezar, se crearon las clases y subclases de los conceptos involucrados: Perfil del cargo, Teoría de personalidad, perfiles de jugador, mecánicas de juego, elementos de juego y dinámicas de juego. El gráfico siguiente ilustra estos primeros conceptos:

Figura 47:

Clases del modelo de ontología

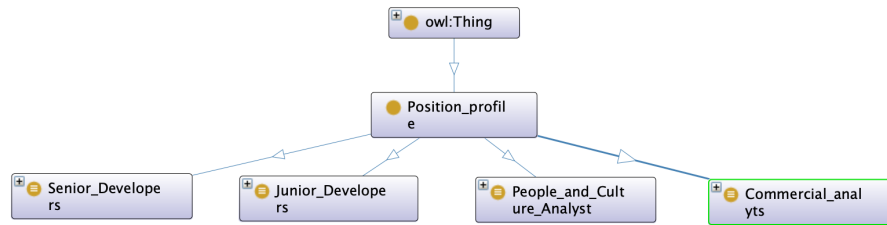


Nota: Elaboración propia en Protégé

Como puede apreciarse, todas las clases creadas hacen parte de una clase general denominada *Owl Thing*, en esta se crean todas las estructuras y modelos de ingeniería ontológica en Protégé. La primera clase, Perfiles de cargo, comprende las subclases: Desarrollador Senior (DS), Desarrollador Junior, Analista de Gente y Cultura y Analista Comercial. De todas estas el perfil de interés es el DS.

Figura 48:

Perfiles de personalidad en el modelo ontológico

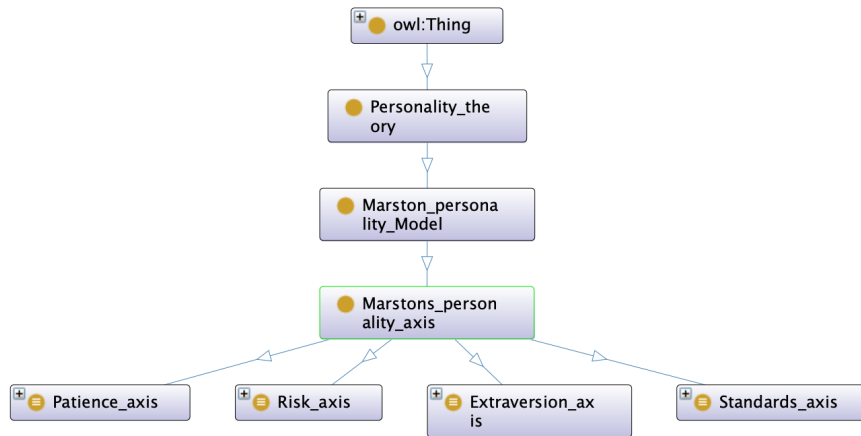


Nota: Elaboración propia en Protégé

Por otra parte, la clase Teoría de personalidad incluye el Modelo de personalidad de Marston, que comprende los Ejes de personalidad de Marston. Estos ejes son: el Eje de paciencia, el Eje de Riesgo, el Eje de Extraversión y el Eje de normas. La taxonomía fue la siguiente:

Figura 49:

Taxonomía de la teoría de la personalidad en el modelo ontológico.



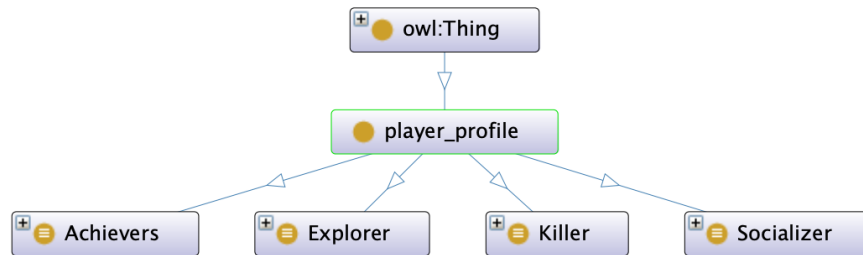
Nota: Elaboración propia en Protégé

En lo que respecta a la subclase de Perfil de jugador, se encuentran las subclases de Triunfador, Explorador, Asesino y Socializador. La taxonomía fue la siguiente:



Figura 50:

Subclases de perfiles de jugadores



Nota: Elaboración propia en Protégé

Las siguientes clases conforman aspectos del campo de la gamificación y el diseño de juegos, son más extensos en subclases por lo que la estructura de la taxonomía no se presenta de manera jerárquica con el fin de mostrar de mejor manera cada subclase.

Para el caso de los elementos de juego las subclases fueron: Los espacios de juego, que son los entornos donde se desarrolla la acción. El control del juego, que se refiere a cómo los jugadores interactúan y manipulan el entorno. Los recursos del juego son los elementos que los jugadores pueden recolectar o utilizar para avanzar. Las condiciones del juego establecen las reglas y parámetros que rigen la experiencia. La ficción del juego se refiere a la narrativa y el contexto en el que se desarrolla la historia. Los objetos del juego son los elementos físicos que los jugadores pueden ver y utilizar. Los personajes del juego son las entidades con las que los jugadores interactúan y controlan. El objetivo del juego es la meta que los jugadores deben alcanzar para ganar.

Además de estos elementos, se integraron las subclases de acción del lenguaje del juego, que describe cómo se comunican las acciones dentro del

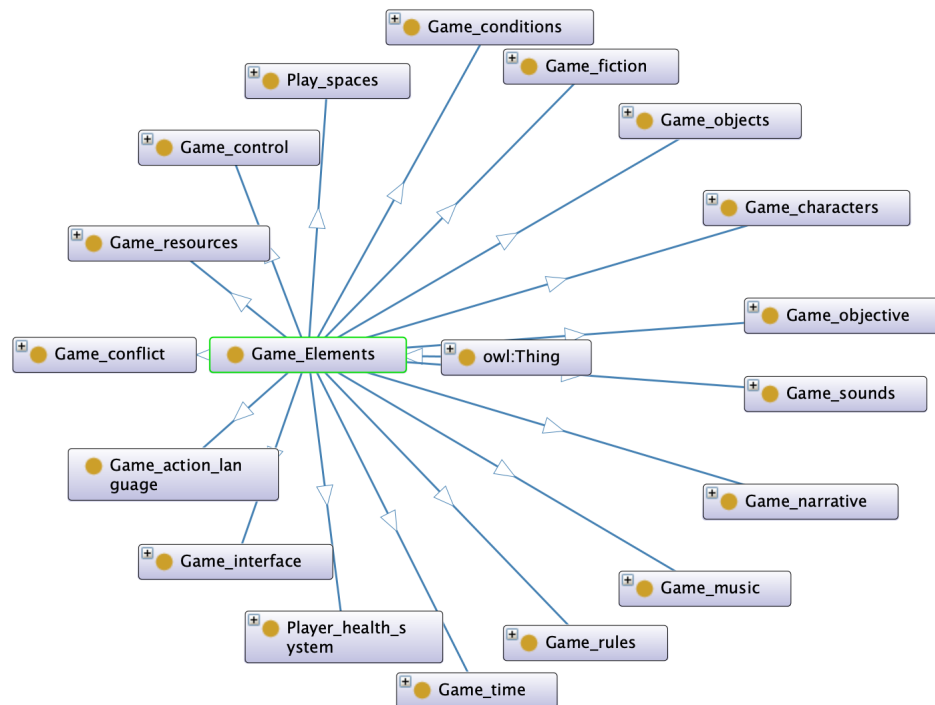


entorno. La interfaz del juego es el medio a través del cual los jugadores interactúan con el juego. El sistema de salud del jugador representa la condición física del personaje en el juego. El tiempo del juego se refiere a la duración y la gestión del tiempo dentro de la experiencia. Los sonidos del juego añaden una dimensión auditiva a la experiencia, mientras que la narrativa del juego ofrece el hilo conductor de la historia. La música del juego complementa la atmósfera y el ambiente, y las reglas del juego son las directrices que los jugadores deben seguir.

La taxonomía creada fue la siguiente:

Figura 51:

Taxonomía de los elementos de juego



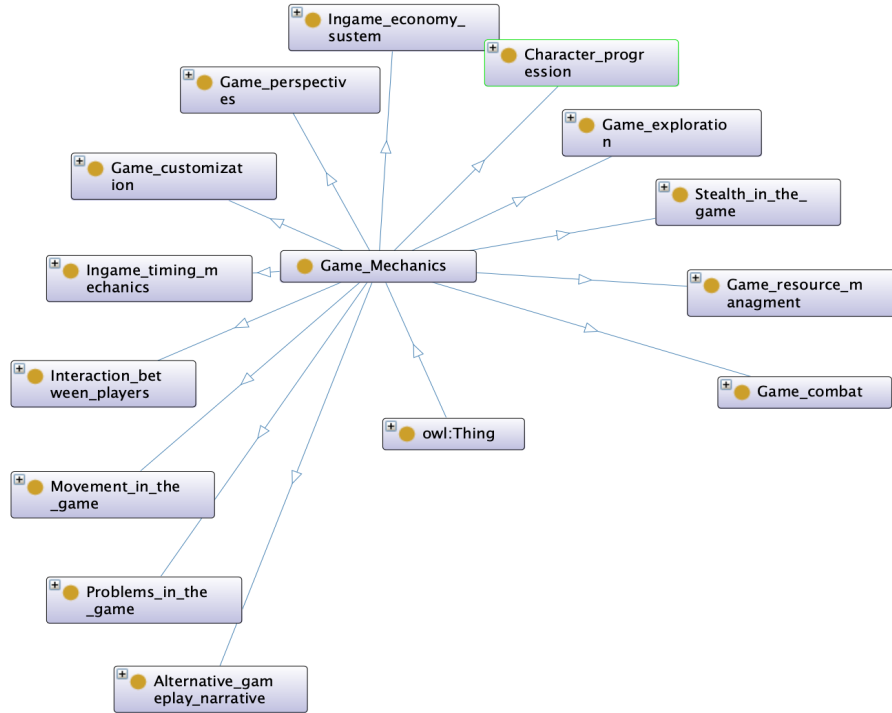
Nota: Elaboración propia en Protégé



Por otro lado, la clase Mecánicas de juego comprende: el sistema económico del juego, que se refiere a cómo se gestionan los recursos dentro del entorno del juego. La perspectiva del juego determina cómo los jugadores experimentan el mundo, ya sea en primera o tercera persona. La personalización del juego permite a los jugadores ajustar diferentes aspectos según sus preferencias. La mecánica de tiempo en el juego se ocupa de la gestión del tiempo y la secuenciación de eventos. La interacción entre jugadores describe cómo los jugadores se comunican y colaboran o compiten entre sí. El movimiento en el juego abarca las acciones que los personajes pueden realizar para desplazarse en el entorno. Los problemas en el juego se centran en los desafíos y obstáculos que los jugadores deben superar. La narrativa alternativa del juego ofrece diferentes caminos o finales basados en las decisiones del jugador. La progresión del personaje, que se refiere al desarrollo y evolución del mismo a lo largo del juego. La exploración del juego implica la búsqueda de nuevos entornos y secretos. El sigilo en el juego se refiere a la capacidad de los jugadores para moverse sin ser detectados. La gestión de recursos del juego se enfoca en cómo los jugadores administran los elementos que recolectan o utilizan. Finalmente, el combate del juego abarca las mecánicas y tácticas empleadas durante las confrontaciones con enemigos. Todos estos elementos se agrupan bajo la categoría general de "mecánicas del juego" y se consideran parte de la estructura fundamental que define la experiencia de juego. La taxonomía creada fue la siguiente:

Figura 52:

Taxonomía de las mecánicas de juego



Nota: Elaboración propia en Protégé

Finalmente, la última clase es la de Dinámicas de juego, en esta se incluyeron las siguientes subclases: la adaptabilidad del jugador, que se refiere a la capacidad de los jugadores para ajustarse a diferentes situaciones dentro del juego. La progresión del juego, que se describe cómo los jugadores avanzan y desarrollan sus habilidades a lo largo de la experiencia. La explotación de las brechas del juego implica la identificación y utilización de oportunidades no previstas por los desarrolladores. La narrativa emergente del juego se refiere a las historias que surgen de las interacciones de los jugadores, en lugar de ser predeterminadas.

La inmersión del jugador se centra en la profundidad con la que los jugadores se sumergen en la experiencia del juego. La competencia entre jugadores destaca la rivalidad que puede surgir en el entorno de juego, mientras que la colaboración entre jugadores enfatiza el trabajo conjunto para alcanzar objetivos comunes. La experimentación en el juego permite a

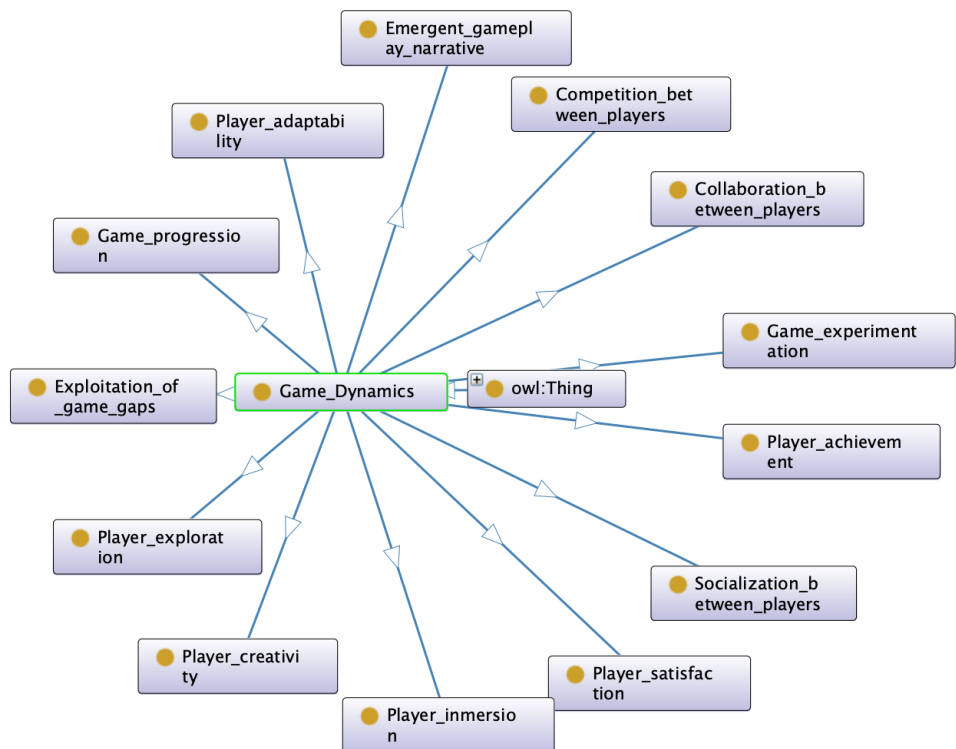


los jugadores probar diferentes estrategias y enfoques. El logro del jugador se refiere a las metas que los jugadores alcanzan durante su experiencia. La socialización entre jugadores abarca las interacciones y relaciones que se forman dentro del juego.

Finalmente, la satisfacción del jugador se relaciona con la experiencia general y el disfrute que obtienen de la actividad. Todos estos elementos se agrupan bajo la categoría de "dinámicas del juego", que son esenciales para entender cómo se desarrolla la experiencia de juego. La taxonomía fue la siguiente:

Figura 53:

Taxonomía de las dinámicas de juego

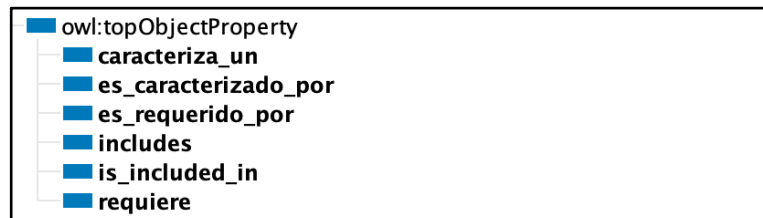


Nota: Elaboración propia en Protégé

Posteriormente, se definieron las relaciones de clases que permitieron hacer inferencias al respecto de cuál es el perfil de jugador que más se asocia con el perfil del DS.

Figura 54:

Relaciones de clases del modelo

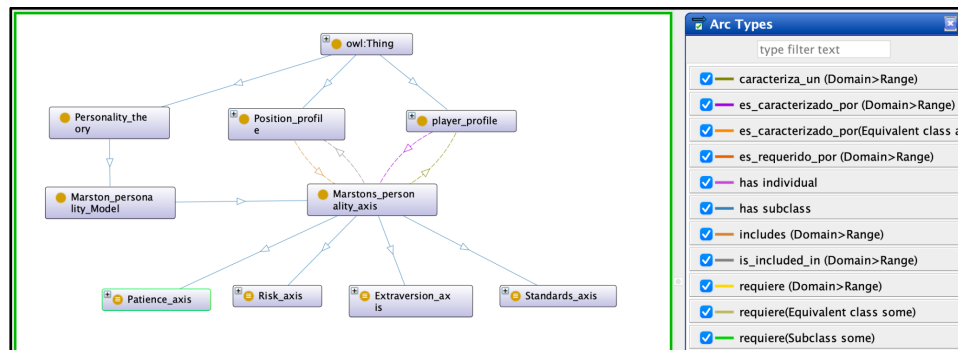


Nota: Elaboración propia en Protégé

Estas relaciones, denominadas en la ontología como propiedades de objeto, se expresan de la siguiente manera:

Figura 55:

Propiedades de objeto



Nota: Elaboración propia en Protégé

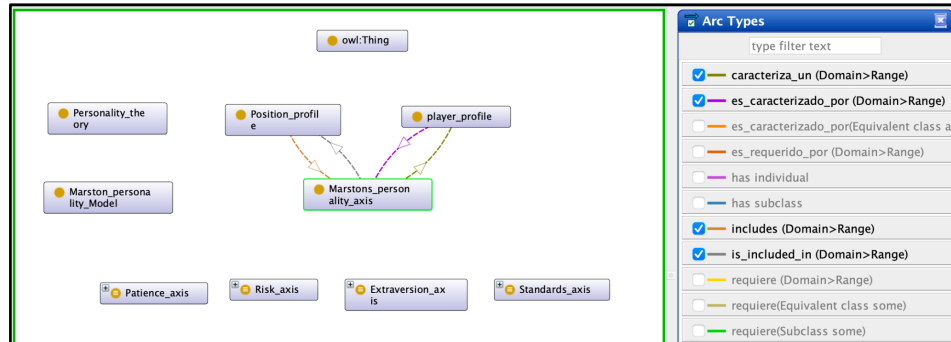
Como puede apreciarse, en este caso, ya no solo se observan las relaciones jerárquicas Clase-subclase (en azul), sino también relaciones semánticas que



se dan con otras clases, por ejemplo: entre los ejes de personalidad de Marston, los perfiles de jugador y los perfiles de cargo:

Figura 56:

Tipos de relaciones semánticas



Nota: Elaboración propia en Protégé

Posteriormente, se crearon axiomas con los que se pudieron establecer nuevas relaciones:

Figura 57:

Axiomas del modelo ontológico



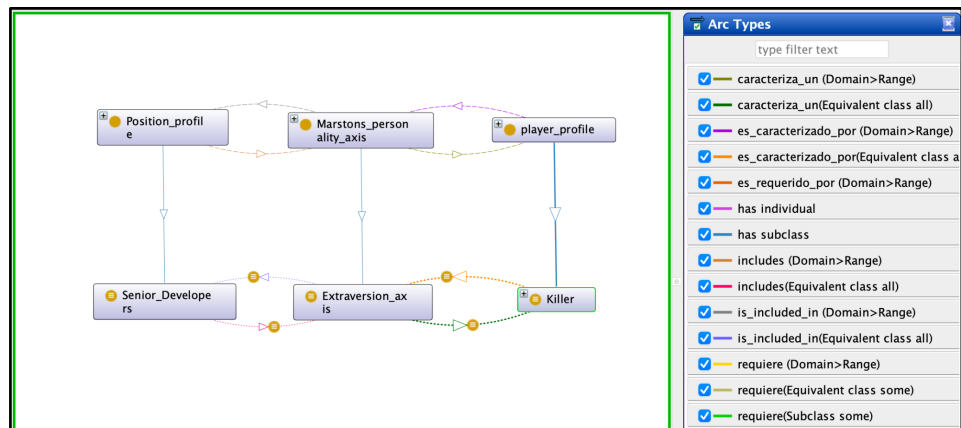


Nota: Elaboración propia en Protégé

A partir de esta construcción del modelo de ingeniería ontológica se pudo inferir los perfiles de jugador que más se asocian con los perfiles de personalidad del DS y del DJ. Perfil de jugador del Desarrollador Senior:

Figura 58:

Perfil de jugador del Desarrollador Senior



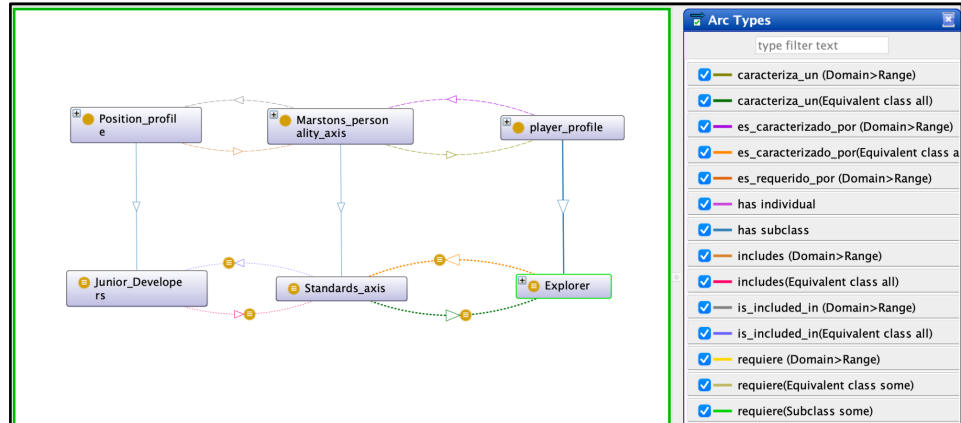
Nota: Elaboración propia en Protégé

Cómo puede observarse, el perfil de jugador del DS es el Killer.

Perfil de jugador del Desarrollador Junior:

Figura 59:

Perfil de jugador del Desarrollador Junior



Nota: Elaboración propia en Protégé

De acuerdo con la ontología, el perfil de jugador del DJ es el explorador.

Resultados de salida de la etapa de identificación:

Tabla 26:

Resultados de la etapa de identificación

La etapa de identificación arrojó los siguientes resultados:

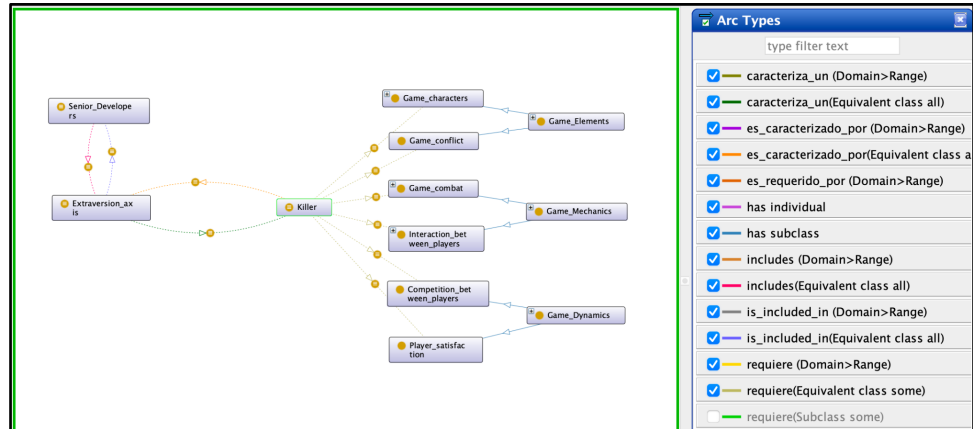
- El perfil de jugador de los DS es el Killer desde el punto de vista de la teoría de Bartle.

Asociación

Una vez identificado el perfil de jugador, se procede con la fase de asociación, en la cual se identifican los elementos, mecánicas y dinámicas de juego que mejor se alinean con dicho perfil. En esta tarea, se utilizó el modelo de ingeniería ontológica, el cual por medio de la función razonar, realizó las siguientes inferencias para el perfil del DS:

Figura 60:

Resultados de inferencia del perfil de jugador del Desarrollador Senior



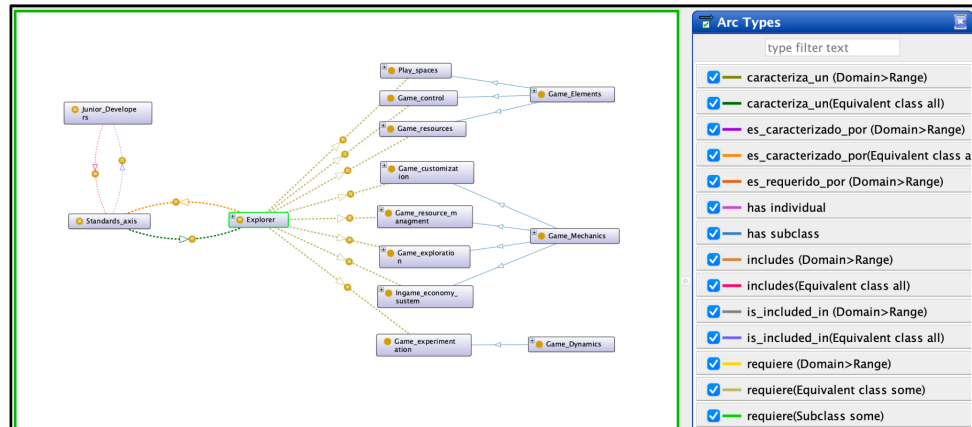
Nota: Elaboración propia en Protégé

Como puede apreciarse, partiendo del perfil de Desarrollador Senior el modelo infiere los elementos, las mecánicas y las dinámicas de juego recomendadas teniendo en cuenta el perfil de jugador. Para este caso, la ontología propone la utilización de 2 elementos de juego: personajes y conflicto de juego; 2 mecánicas: el combate y la interacción entre jugadores; y 2 dinámicas: la competencia y la satisfacción de los jugadores.

Si se fuera a gamificar para seleccionar Desarrolladores Junior, la ontología recomienda lo siguiente:

Figura 61:

Resultados de inferencia del perfil de jugador del Desarrollador Junior



Nota: Elaboración propia en Protégé

Como puede observarse, entre los elementos recomendados para gamificar un proceso de selección o una parte del mismo para reclutar a un Desarrollador Junior se encuentran 2 elementos de juego: espacios de juego, control de juego y recursos de juego; 4 mecánicas: personalización de juego, control de recursos de juego, exploración de juego y sistemas de economía de juego; finalmente, 1 dinámica: la experimentación de juego.

Ahora bien, considerando que para el estudio de caso se necesitaba gamificar una parte del proceso de selección, se hizo una priorización tratando de seleccionar los elementos que mejor podían apoyar la aplicación de la prueba de habilidades del pensamiento en el proceso de selección para seleccionar perfiles DS. En la tabla 27 se presentan los elementos seleccionados.

Tabla 27:

Elementos de gamificación seleccionados

Perfil	Tipo	Elementos de gamificación
Desarrollador Senior	Elementos de juego	Conflicto de juego



Mecánicas de juego

-

Dinámicas de juego

Competencia
Satisfacción de jugadores

Resultados de salida de la etapa de asociación:

Tabla 28:

Resultados de la etapa de asociación

La etapa de asociación arrojó los siguientes resultados:

- Los elementos de juego recomendados para gamificar el proceso son: 2 elementos de juego: personajes y conflicto de juego; 2 mecánicas: el combate y la interacción entre jugadores; y 2 dinámicas: la competencia y la satisfacción de los jugadores.
- De estos se priorizó 1 elemento de juego: el conflicto, y 2 dinámicas: la competencia y la satisfacción de jugadores.

Incorporación

Los elementos de gamificación que se asociaron al perfil DS y que fueron propuestos por la ontología, se incorporaron al proceso de diseño y desarrollo de un videojuego que gamifica las pruebas de habilidades del pensamiento. Este proceso fue realizado por personal del proyecto de la siguiente manera:

Conflicto de juego (Elemento de juego)



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

La manera más adecuada de incorporar el conflicto de juego, fue por medio de la narrativa. En este sentido, se creó una historia de juego que le diera sentido a las acciones en una metáfora o realidad alternativa. Todo esto se consolidó en el guión del juego, el siguiente es un parte de este:

Tabla 29:

Guión del juego

Imagen	Guión
	<p><i>¿Estás preparado?</i></p> <p>Hola viajero, nos complace que hayas asumido el reto del Gen Naranja.</p> <p>Para iniciar la misión deberás ingresar tus datos personales, así todos sabrán quién fue <i>¡el héroe de esta historia!</i></p>
	<p><i>¡Ya estas dentro!</i></p> <p>Te daré un contexto:</p> <p>La tierra no está pasando por un buen momento. En los últimos meses, la situación en la tierra ha empeorado, estamos al borde del colapso. El Blue disease, ¡esa terrible enfermedad!, ha avanzado demasiado rápido desde el primer contagio en el año 2065.</p>
	<p>Ahora <i>tu eres nuestra única esperanza</i> para conseguir el Gen Naranja. ¡Por</p>



**favor viaja al planeta naranja,
consigue el Gen y salva la humanidad!**

✓ **Misión: Conseguir el Gen
Naranja**

Competencia (Dinámica de juego)

La competencia se incorporó por medio de retos, estableciendo en las consignas del juego la declaración de obtener el mejor puntaje. En términos de dinámicas de juego, estas aparecen como fenómenos humanos, interrelaciones o sociales, como consecuencia de condiciones o características del juego, por lo tanto, buscar puntajes altos implicó superar a otros, de manera que la competencia se promovió como efecto en los jugadores fuera del escenario de juego.

Satisfacción de jugadores (Dinámica de juego)

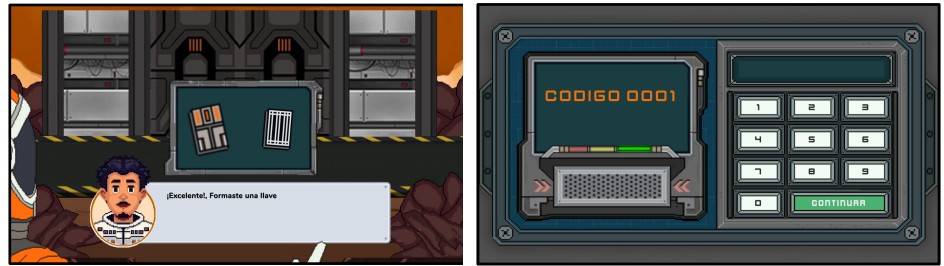
Para promover la satisfacción en el juego se creó un equipo de diseño y experiencia de usuario que trabajó sobre aspectos como: las ambientaciones, la narrativa, los componentes jugables, el diseño y las interfaces de usuario.

Tabla 30:

Imágenes del videojuego

Imágenes de ambientaciones, narrativas e interfaces





Resultados de salida de la etapa de incorporación:

Tabla 31:

Resultados de la etapa de incorporación

La etapa de incorporación arrojó los siguientes resultados:

- El conflicto de juego se incorporó por medio de la narrativa.
- La competencia se incorporó por medio de retos para obtener el mejor puntaje.
- Para promover la satisfacción se trabajó sobre las ambientaciones, la narrativa, los componentes jugables, el diseño y las interfaces de usuario.

4.2.1.3. Aprendizajes

Tal cómo se mencionó anteriormente, en este apartado se responderá a la pregunta 3 del estudio de caso: **¿Qué aprendizajes deja la aplicación del modelo de gamificación de procesos de selección?**



En primer lugar, el estudio de caso fue una buena manera de poner a prueba el modelo en un contexto real, permitió la observación directa de cada una de las etapas, su comportamiento, la forma en la que se relaciona con otras etapas, sus entradas, salidas y resultados.

Durante la implementación del modelo, se crearon algunos comités y equipos dirigidos cuyos aportes fueron de gran utilidad para la toma de decisiones y para precisar algunas tareas. Estos equipos, además, fueron interdisciplinarios, incluyendo estudiantes y profesionales en psicología e ingeniería, desarrolladores y programadores de software y videojuegos, entre otros. Las diferentes perspectivas fueron sin duda muy valiosas en diferentes aspectos como el suministro de información, los procesos de conceptualización e investigación, las actividades creativas relacionadas con el diseño de juegos y la experiencia de usuario, entre otros.

Al respecto de cada una de las etapas puede destacarse que en la caracterización si bien se emplearon varias herramientas como los modelos de procesos BPM y los modelos causales, la dinámica de sistemas resultó ser una herramienta con grandes beneficios por su poder de simulación y la facilidad que brinda para representar el comportamiento de las situaciones del contexto, los procesos y sus problemas. No obstante es una herramienta robusta que requiere de conocimientos especializados, lo que la hace muy restrictiva en su uso.

Por otra parte, los modelos de ingeniería ontológica aportaron valor por ser herramientas que permiten trabajar con inferencias y razonamientos en estructuras semánticas complejas. Las ontologías tienen el beneficio de estructurar y estandarizar las relaciones conceptuales en el dominio de interés o en el campo de aplicación, y de aportar en la toma de decisiones, los sistemas de personalización y recomendación, esto último fue bastante requerido en el modelo actual. Al igual que los modelos de dinámica de sistemas, los modelos de ingeniería ontológica



requieren de especialización técnica, lo que los vuelve poco comunes. Posiblemente, puedan sustituirse por programas simples de recomendación o por análisis automatizados menos complejos. Ahora bien, con la ontología se pudo ejecutar 3 etapas: la definición, la identificación y la asociación de elementos de gamificación. Lo cual, al menos para el caso presente, la hizo bastante útil.

Al respecto de la incorporación, esta es una etapa cuya responsabilidad recae sobre los dueños o responsables de los procesos, lo que hace que pueda perder control por parte del investigador. Para el presente caso de estudio, se considera que la forma en la que incorporaron los elementos de gamificación pudo haber sido más amplia y profunda, lo que con seguridad aumentaría el alcance del aporte de la gamificación al proceso de selección o a sus etapas.

Finalmente, la aplicación de este modelo estuvo dirigida por el investigador del presente proyecto de maestría. Es pertinente sugerir como línea futura, implementar un estudio de caso en el cual el modelo sea desarrollado y aplicado completamente por los dueños de los procesos a gamificar: los equipos y áreas de talento humano en las empresas. Esto arrojaría información útil sobre el comportamiento del modelo en escenarios más flexibles y menos estructurados, en los cuáles las herramientas ingenieriles pueden no estar para brindar trazabilidad y confiabilidad en el proceso.

4.3. ¿Cuáles son los resultados y/o impactos del modelo? - Aportes a la solución del problema

Los datos se recopilaron mediante una encuesta, la revisión de la documentación generada, observación directa, grupos focales y entrevistas realizadas a algunos informantes clave.

- Encuesta de satisfacción de uso: se diseñó una encuesta para evaluar los siguientes aspectos:



- Facilidad de uso
- Simplicidad de uso
- Comodidad
- Fácil aprendizaje de uso
- Claridad información
- Gusto
- Satisfacción general

La encuesta se aplicó a los siguientes informantes:

Tabla 32:

Informantes de las entrevistas

Área o rol	Informante
Tecnología	2 Desarrolladores Senior
	2 Líderes

- Documentación generada: de esta se tuvo en cuenta una diversidad de soportes documentales. En la tabla 33 se presentan todas las categorías y todos los documentos correspondientes que fueron generados y que dan cuenta de cada una de estas.

Tabla 33

Documentación revisada en el estudio de caso



Categoría	Documento
Productos de diseño y modelado	Un documento de diseño de juego o Game design document Mockups de cada uno de los escenarios del juego
Productos de desarrollo	Una herramienta evaluativa gamificada: un video juego serio Diseño de espacios
Productos gráficos y visuales	Diseño de personajes Diseño de objetivos y elementos Diseño de elementos para condiciones ambientales: luces, sombras, etc. Cinemáticas para transiciones Animaciones para escenas específicas y explicaciones de contenido Sonidos de intro y outro
Productos audiovisuales	Sonidos ambiente Efectos sonoros para objetos Efectos sonoros de movimientos Efectos sonoros de componentes de control como botones y teclas Musicalización caracterizada
Productos investigativos y de comunicación	Un artículo de revisión sobre UX en procesos gamificados Un video de socialización de resultados del proyecto
Productos de innovación	Certificación TRL del grado de madurez tecnológica de la herramienta

- Observación directa: durante la aplicación del modelo se realizó una observación permanente y se tomaron notas y apuntes clave para la extracción de información de interés.
- Grupos focales: se realizó 1 grupo focal con algunos participantes del piloto que respondieron la prueba técnica tradicional y que jugaron el videojuego, incluyendo un par de líderes por su relevancia para suministrar información clave sobre los cargos de alta demanda.



Tabla 34:

Informantes de las entrevistas

Área o rol	Informante
Tecnología	2 Desarrolladores Senior
	2 Líderes

Como puede apreciarse, en la tabla se presentan las áreas o roles y los informantes correspondientes. En los informantes del pilotaje, se incluye la selección muestral utilizada. En estudios de caso, por su acento en lo cualitativo normalmente se utilizan muestreos no paramétricos, los tipos seleccionados fueron por casos tipo o conveniencia, teniendo en cuenta la oportunidad de recibir información valiosa.

La propuesta de solución representó un conjunto de acciones y producciones que se consolidan en un modelo para la gamificación de procesos tal como se planteó previamente. Desde un punto de vista general, el modelo pretende aportar en el mejoramiento de los procesos de selección en las empresas de TI y, desde un punto de vista particular, en el caso de estudio, el modelo pretendió gamificar una parte del proceso de selección de la E-Fintech para aumentar la motivación y la satisfacción de los candidatos a cargos de alta demanda y poca oferta, con el fin de disminuir la fuga del talento humano durante el reclutamiento. Estos propósitos representan una mejora en los procesos de selección mediante la incorporación de procesos de innovación y desarrollo tecnológico, y es pertinente revisar en qué medida se lograron.

En este sentido, en la evaluación de la propuesta de solución se hace un zoom en las variables de satisfacción y motivación, asumiendo un enfoque orientado a la experiencia de usuario y considerando los hallazgos del estado del arte.

4.3.1. Aportes en el contexto general de la selección de personal



Los aportes específicos que el modelo de gamificación de procesos puede entregar en empresas como la E-fintech, son extrapolables al campo de la selección de personal en general. En los resultados obtenidos en la evaluación del modelo, se encontró que se puede incidir en aspectos como la satisfacción, la motivación y la reducción de los tiempos de duración de una etapa del proceso. Con más investigación se podría analizar los impactos de utilizar el modelo en pruebas reales y no en pilotos, para determinar de qué manera incide sobre la fuga de talento. Hasta este punto, se espera que el impacto en la satisfacción, la motivación y los tiempos reduzcan la fuga de los candidatos en los procesos de reclutamiento.

Además de esto, se puede explorar la utilidad del modelo cuando se aplica en otras etapas y actividades de los procesos de reclutamiento y selección de personal. En esta línea, es importante validar el comportamiento del modelo en empresas con características distintas y en contextos diferentes. De manera similar, se podría analizar el impacto en otros procesos o áreas de talento humano, pues en general, la vida laboral de un profesional requiere de una gestión que considere continuamente los perfiles, ya no solo para seleccionar y reclutar, sino también para desarrollo y formación, evaluación de desempeño, gestión de equipos de trabajo, gestión del clima y la cultura, entre otros. Para esto, el modelo permite identificar los perfiles de comportamiento y asociarlos con perfiles de juego, lo cual es relevante a la hora de incorporar elementos, mecánicas y dinámicas de juego que se ajusten a las personas y a los contextos laborales en los que ellas se desenvuelven.

Por otra parte, El déficit de desarrolladores de alto nivel es un problema complejo que implica fenómenos económicos, políticos, sociales, entre otros y que no se resuelve con la generación de un modelo, pero en lo que sí se puede aportar es en la transformación e innovación de la forma en la que las empresas incorporan su talento por medio de la utilización de los componentes gamificados, agregando valor y aumentando su capacidad competitiva. Desde el punto de vista del talento TI, los profesionales pueden percibir condiciones más amables y estimulantes en el reclutamiento, y les da la oportunidad de decidir en qué ambientes laborales desean desarrollar su experiencia profesional.



4.3.2. Aportes en el contexto específico de la E-Fintech

El aporte principal que se espera lograr con el modelo es la reducción de la fuga del talento humano en los procesos de selección. En la descripción del problema del presente estudio, en la contextualización del estudio de caso y en la caracterización, se entregó información sobre el papel que cumple la satisfacción, la motivación y los tiempos de ejecución de las etapas del proceso de selección en la fuga del talento durante dichos procesos. Por lo tanto, es preciso conocer de qué manera el modelo impactó en estos aspectos.

4.3.2.1. *Satisfacción*

Para identificar los niveles de satisfacción se aplicó una encuesta al personal objeto de análisis de este estudio, 4 desarrolladores de nivel Senior hacia arriba. Las encuestas fueron respondidas en la prueba física en su metodología tradicional y en la prueba piloto del videojuego. Los ítems evaluados fueron:

1. Facilidad de uso: `facilidad_uso`
2. Simplicidad de uso: `simplicidad_uso`
3. Comodidad: `comodidad`
4. Facilidad de aprendizaje de uso: `facil_aprendizaje_uso`
5. Claridad de la información: `claridad_info`
6. Gusto: `gusto`
7. Satisfacción general: `satisfacción_gral`

Estos ítems fueron calificados por los participantes en una escala de 1 a 7 después de haber aplicado las respectivas versiones de la prueba de habilidades. El



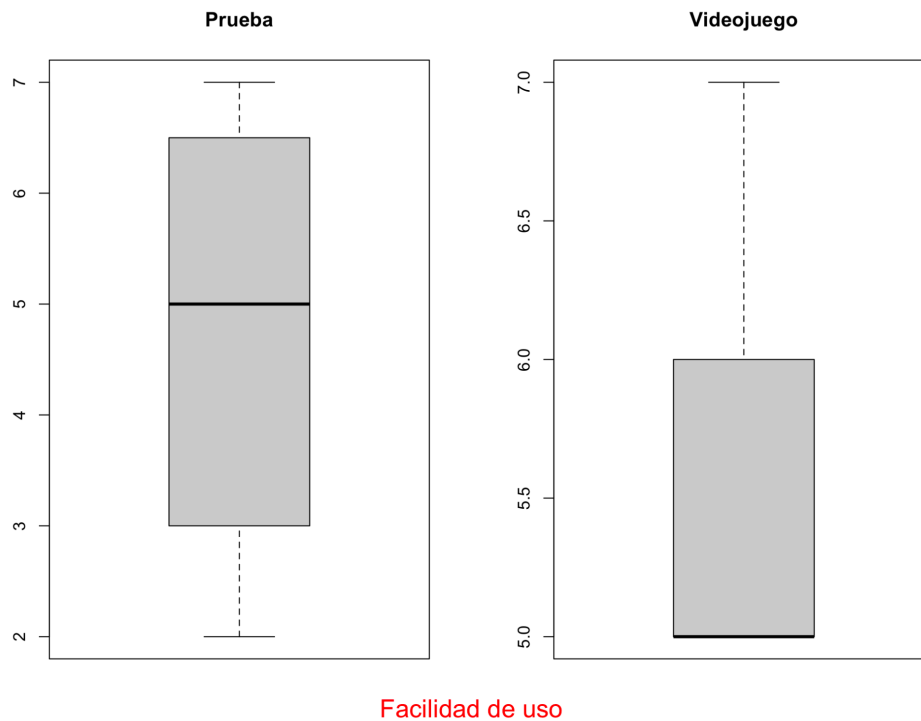
procesamiento de datos se hizo en el software R, utilizando, en primer lugar, un análisis descriptivo por medio de caja de bigotes para cada una de las variables y presentadas por pares en la versión Prueba (Prueba tradicional) y la versión Game (Videojuego).

Posteriormente, se realizaron pruebas de shapiro para determinar numéricamente la normalidad de los datos de cada variable. Finalmente, se hizo un análisis de correlaciones para conocer cómo se relacionan las variables entre sí. A continuación se presentan los resultados del análisis:

- Pruebas descriptivas: boxplot

Figura 62:

Boxplot comparativa entre la facilidad de uso en la prueba vs el videojuego



Nota: Gráfica elaborada en Software R



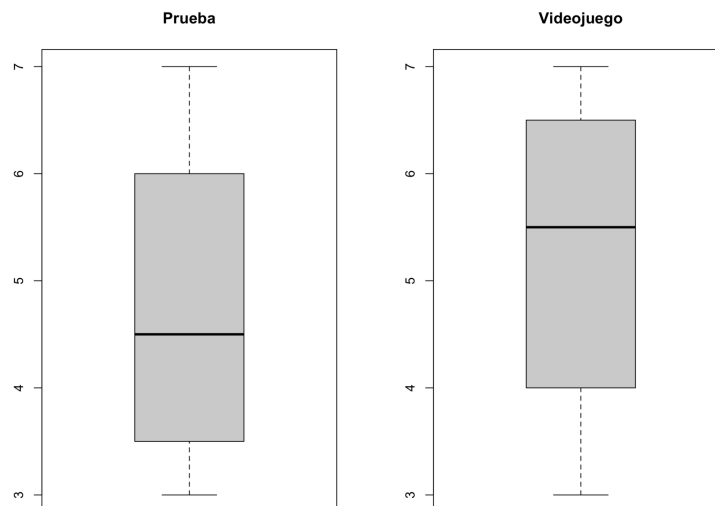
La facilidad de uso muestra mayor dispersión y, aparentemente, una distribución más cercana a la normal en la prueba tradicional, mientras que en el videojuego, la dispersión es menor y hay datos atípicos que arrastran la distribución hacia arriba. En términos de la media, se observa que, en ambos casos, es igual 5. De lo que se infiere que, al menos en esta variable, no existen muchas diferencias.

Por su parte, la simplicidad de uso no parece tener, al menos en apariencia, una distribución normal. En general, las puntuaciones en la prueba fueron más bajas, incluyendo la media, la cual rondó por 4,5, mientras que en el videojuego, las puntuaciones generales se incrementaron y la media subió a 5,5.

En la figura 63 se presenta la gráfica con estos datos:

Figura 63:

Boxplot comparativa entre la simplicidad de uso en la prueba vs el videojuego



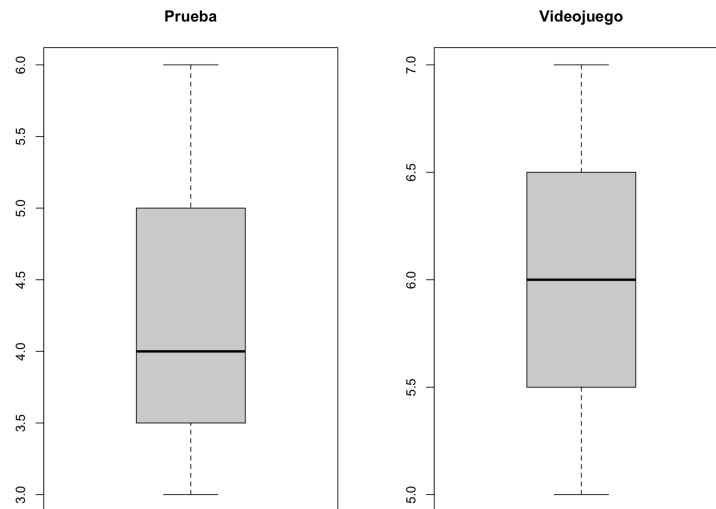
Nota: Gráfica elaborada en Software R



En lo que respecta a la comodidad, se encuentra un comportamiento similar al de la simplicidad de uso. En general, las puntuaciones del videojuego están más altas. El valor medio del videojuego (6) se observa 2 puntos por encima del valor medio en la prueba (4), y la distribución parece ser normal en los videojuegos y anormal en la prueba.

Figura 64:

Boxplot comparativa entre la comodidad en la prueba vs el videojuego

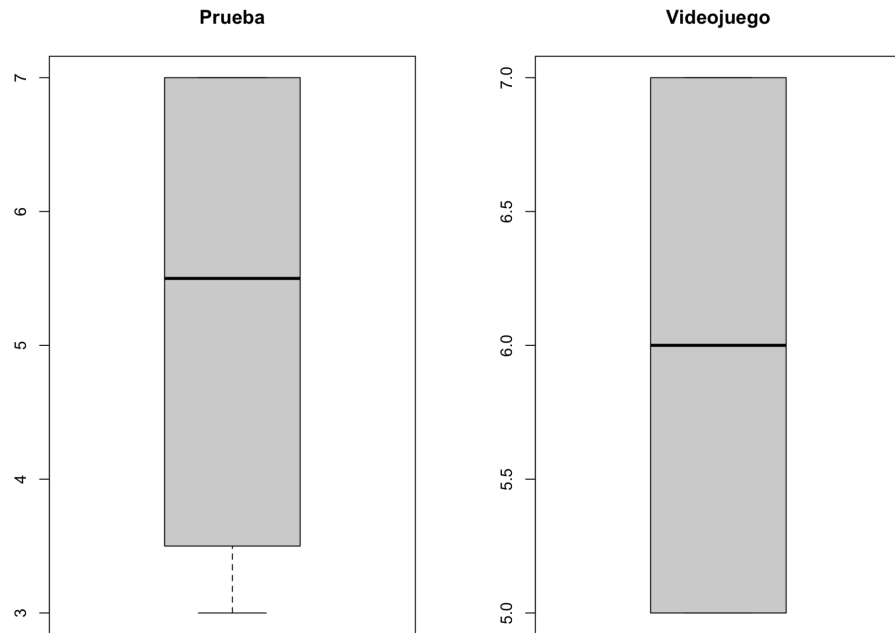


Nota: Gráfica elaborada en Software R

La siguiente es la gráfica de la facilidad de aprendizaje de uso:

Figura 65:

Boxplot comparativa entre la facilidad de aprendizaje de uso



Nota: Gráfica elaborada en Software R

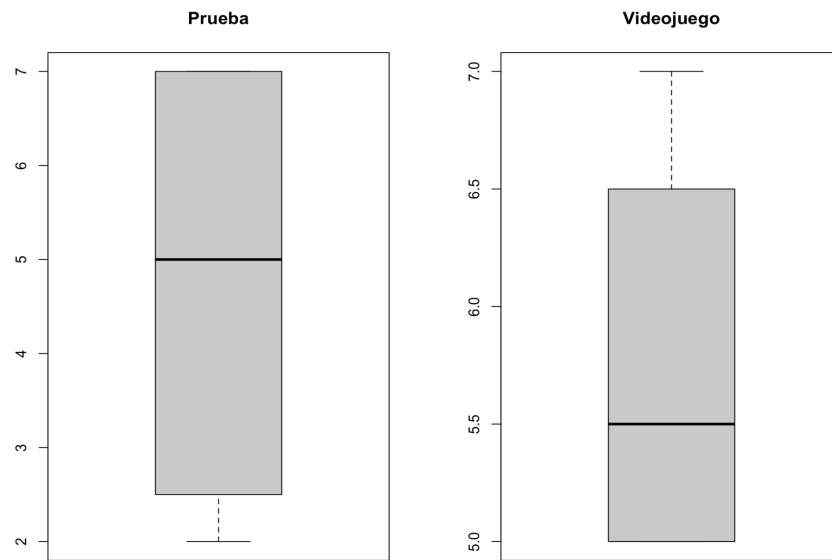
En esta variable se observa que en la prueba los datos se encuentran más distribuidos, oscilando entre 3 y 7, mientras que en el videojuego los datos están concentrados entre 5 y 7.

La media de este último parece ser normal por su posición simétrica, lo que no es tan claro en la prueba. La media de la prueba es de 5,5 aproximadamente, ubicándose solo 0,5 puntos por debajo de la media del videojuego cuya puntuación fue 6.



Figura 66:

Boxplot comparativa de la claridad de información entre la prueba y el videojuego.



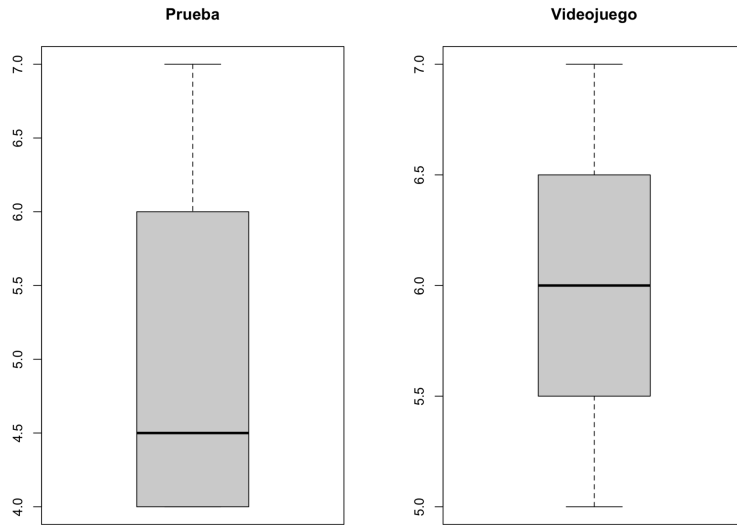
Nota: Gráfica elaborada en Software R

Por otra parte, la claridad de la información parece mostrar mayor dispersión en la prueba, con puntuaciones que van desde 2 a 7, mientras que el videojuego concentra los datos entre 5 y 7. Las medias son cercanas, ubicándose en 5 en la prueba y en 5,5 en el videojuego. Ambas parecen tener una distribución asimétrica, lo cual las hace parecer no ser normal.

Con respecto al gusto, se puede mencionar que en la prueba se presenta una concentración de datos en la parte inferior, es decir, calificaciones bajas con una media de 4,5. Por otro lado, el videojuego parece mostrar una distribución simétrica y normal con una media en 6.

Figura 67:

Boxplot comparativa del gusto entre la prueba y el videojuego.

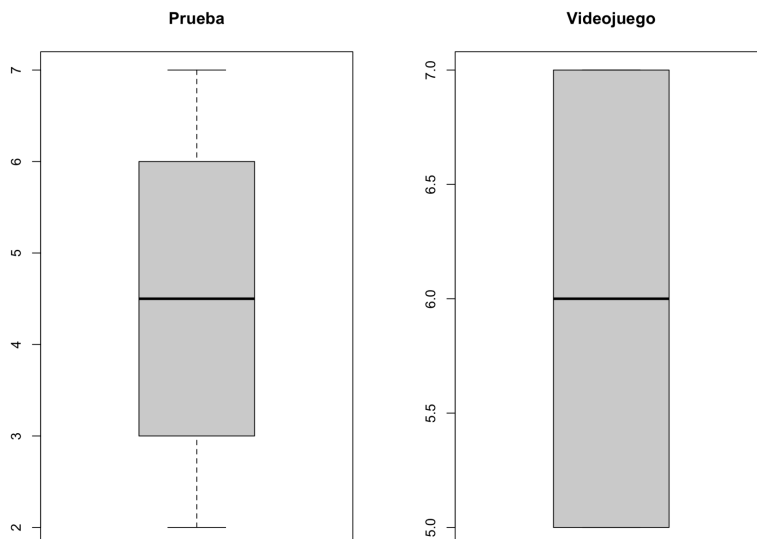


Nota: Gráfica elaborada en Software R

Finalmente, el indicador general de satisfacción muestra distribuciones simétricas en ambos casos, posiblemente con un comportamiento normal. En la prueba la media fue de aproximadamente 4,5 y en el videojuego fue superior con un 6, con una dispersión de datos menor.

Figura 68:

Boxplot comparativa de la satisfacción general entre la prueba y el videojuego.





Nota: Gráfica elaborada en Software R

- Pruebas de normalidad de Shapiro

Tabla 35:

Pruebas de normalidad aplicadas

Pruebas de normalidad de Shapiro en la prueba	Pruebas de normalidad Shapiro en el videojuego
Shapiro-Wilk normality test: Facilidad de uso: data: datos_p\$p_facilidad_uso W = 0.96307, p-value = 0.7982	Shapiro-Wilk normality test: Facilidad de uso: data: datos_g\$g_facilidad_uso W = 0.62978, p-value = 0.001241
Shapiro-Wilk normality test: Simplicidad de uso data: datos_p\$p_simplicidad_uso W = 0.97137, p-value = 0.85	Shapiro-Wilk normality test: Simplicidad de uso data: datos_g\$g_simplicidad_uso W = 0.97137, p-value = 0.85
Shapiro-Wilk normality test: Comodidad data: datos_p\$p_comodidad W = 0.89495, p-value = 0.4064	Shapiro-Wilk normality test: Comodidad data: datos_g\$g_comodidad W = 0.94466, p-value = 0.683
Shapiro-Wilk normality test: Fácil aprendizaje data: datos_p\$p_facil_aprendizaje_uso W = 0.82745, p-value = 0.1612	Shapiro-Wilk normality test: Fácil aprendizaje data: datos_g\$g_facil_aprendizaje_uso W = 0.72863, p-value = 0.02386
Shapiro-Wilk normality test: Claridad data: datos_p\$p_claridad_info W = 0.81078, p-value = 0.123	Shapiro-Wilk normality test: Claridad data: datos_g\$g_claridad_info W = 0.86337, p-value = 0.2725
Shapiro-Wilk normality test: Gusto data: datos_p\$p_gusto	Shapiro-Wilk normality test: Gusto data: datos_g\$g_gusto



Pruebas de normalidad de Shapiro en la prueba	Pruebas de normalidad Shapiro en el videojuego
W = 0.82743, p-value = 0.1612	W = 0.94466, p-value = 0.683
Shapiro-Wilk normality test: Satisfacción data: datos_p\$p_satisfacción_gral W = 0.9984, p-value = 0.9951	Shapiro-Wilk normality test: Satisfacción data: datos_g\$g_satisfacción_gral W = 0.72863, p-value = 0.02386

A partir de la tabla anterior, se puede mencionar que para el videojuego, las variables Facilidad de uso, Fácil aprendizaje, y Satisfacción general tienen p-values menores a 0.05, lo que indica que no siguen una distribución normal. Las demás variables no presentan suficiente evidencia para rechazar la normalidad.

- Pruebas para conocer diferencias estadísticas:

Se realizó la prueba Wilcoxon-Mann-Whitney, debido a que la variable satisfacción en el videojuego no cumple el supuesto de normalidad. Esta es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos grupos independientes y evaluar si tienen diferentes ubicaciones centrales (medianas). Es una alternativa a la prueba t para muestras independientes cuando los datos no siguen una distribución normal.

Los resultados extraídos en R fueron los siguientes.

Tabla 36:

Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

```
data: datos_p$p_satisfacción_gral and datos_g$g_satisfacción_gral
W = 4, p-value = 0.2881
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```



El resultado anterior de la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney arroja los siguientes valores clave:

- $W = 4$: Este es el estadístico de la prueba, que indica la suma de rangos asignada al grupo de datos.
- $p\text{-value} = 0.2881$: Este ppp-value es mayor que el umbral común de 0.05, por lo cual no tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las distribuciones de Satisfacción en la prueba y Satisfacción en el videojuego son iguales.
- *alternative hypothesis*: La hipótesis alternativa indica que existe una diferencia en las ubicaciones centrales (medianas) de las dos distribuciones.

Dado que el ppp-value es mayor que 0.05, la conclusión es que no hay evidencia suficiente para afirmar que la satisfacción difiera significativamente entre la "prueba" y el "videojuego". En otras palabras, los datos no indican una diferencia estadísticamente significativa en la satisfacción entre ambos grupos.

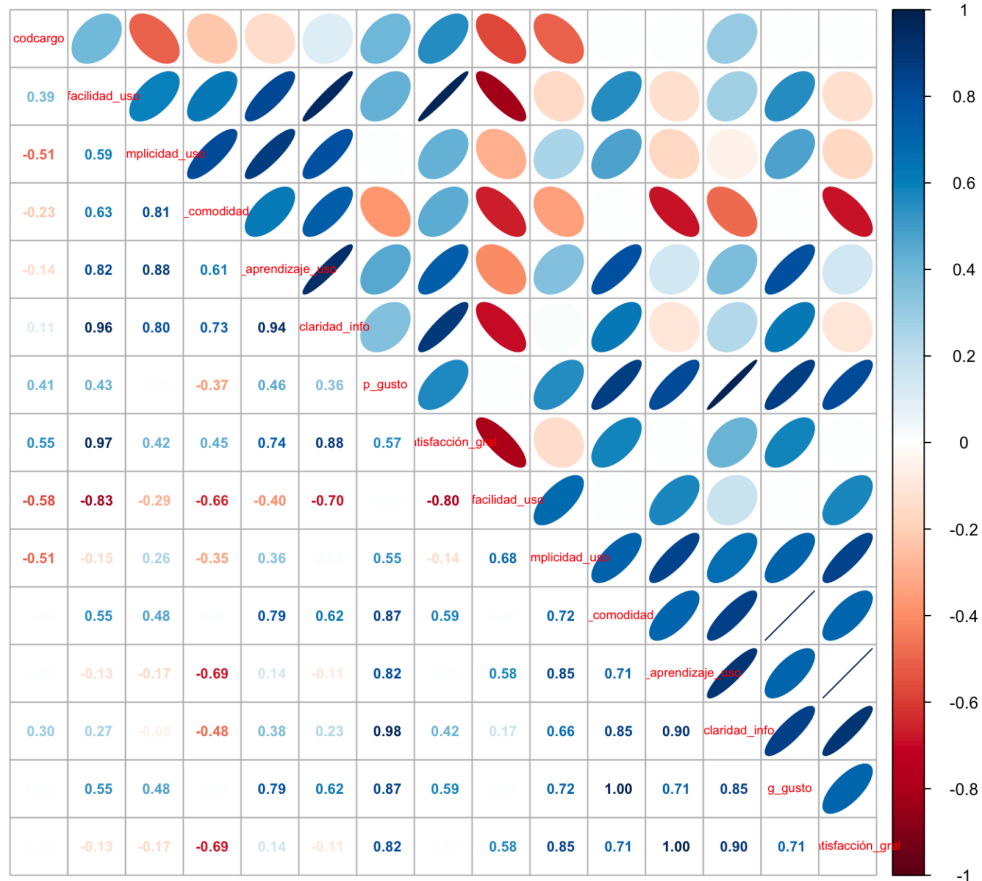
Esto podría interpretarse como una similitud en la percepción de satisfacción entre las dos situaciones, al menos en cuanto a los datos disponibles.

- *Análisis de correlaciones*:

Para entender un poco más algunos aspectos sobre la satisfacción se procedió con el análisis de correlaciones, en el cual se cruzaron todas las variables de la prueba con todas las variables del videojuego. Los resultados se presentan en la siguiente gráfica:

Figura 69:

Gráfico de correlaciones entre variables analizadas



Nota: Gráfica elaborada en Software R

De los resultados anteriores puede mencionarse que, en primer lugar, en cuanto a la facilidad de uso, la versión clásica muestra una fuerte correlación entre esta variable ($p_{\text{facilidad_uso}}$) y otras como la claridad de la información (0.957) y la satisfacción general (0.975). Esto sugiere que los usuarios de la versión tradicional del test asocian una mayor facilidad con una mejor comprensión de la información y, a su vez, con un mayor nivel de satisfacción. En cambio, en la versión gamificada, la correlación entre la facilidad de uso y la satisfacción general es negativa (-0.801), lo que indica que, en este formato, aunque el test puede ser percibido como fácil, esta percepción no necesariamente se traduce en una mayor satisfacción o claridad en la información.



Por otro lado, al analizar la simplicidad de uso, se observa que en la versión clásica existe una correlación fuerte entre la simplicidad y la comodidad (0.814). Es decir, cuando los usuarios consideran que el test es simple de utilizar, también lo perciben como más cómodo. Sin embargo, en la versión gamificada, aunque la correlación entre estas dos variables sigue siendo positiva, es más moderada (0.717). Esto sugiere que, en el contexto del videojuego, la simplicidad no tiene un impacto tan marcado en la comodidad del usuario como en la versión clásica.

Asimismo, en relación con la comodidad, la versión clásica presenta una fuerte asociación entre esta variable y la claridad de la información (0.730), lo que implica que la comodidad del usuario en la versión tradicional está estrechamente ligada a la facilidad con la que puede entender el contenido del test. En contraste, en la versión gamificada, la comodidad está más relacionada con el gusto o disfrute por el juego (0.866), lo que refleja que el formato del videojuego enfatiza más el disfrute y el entretenimiento que la claridad en la información.

Finalmente, en lo que respecta a la satisfacción general, en la versión clásica esta variable está altamente correlacionada con la facilidad de aprendizaje (0.738) y con la claridad de la información (0.883), lo que indica que los usuarios están más satisfechos cuando pueden aprender a utilizar el test de manera sencilla y cuando la información es clara. En la versión gamificada, la satisfacción general depende más de la comodidad (0.707) y de la facilidad para aprender a usar el juego (0.845). Esto sugiere que, en el formato de videojuego, los usuarios valoran más los aspectos relacionados con el confort y la facilidad para dominar la mecánica del juego.

En resumen, si bien las puntuaciones generales sobre la satisfacción en el videojuego son más altas que en la prueba, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estas. Los análisis de correlaciones mostraron que las dos versiones del test psicométrico presentan patrones diferentes en cuanto a la percepción de la usabilidad y la satisfacción de los usuarios. Mientras que la versión clásica pone más énfasis en la claridad y el aprendizaje, la versión



gamificada parece centrarse en la comodidad y el disfrute, lo que introduce dinámicas nuevas que afectan la experiencia de los usuarios de manera distinta. Así, queda claro que el formato del test influye significativamente en cómo los usuarios valoran aspectos clave como la facilidad de uso, la simplicidad y la satisfacción general, lo que implica que la satisfacción se asocia con factores diferentes en cada una de las versiones aplicadas.

4.3.2.2. *Motivación*

Para conocer la motivación generada por el proceso gamificado, se realizó un grupo focal. En la primera parte de este grupo focal se hizo una contextualización y en la segunda se aplicó un cuestionario de motivación oral con el cual se indagó la motivación generada en la prueba y en el videojuego. En el cuestionario se preguntó lo siguiente:

Tabla 37:

Categorías y tipos de preguntas del cuestionario de motivación

Categoría	Tipo de pregunta
Motivación percibida en la prueba	Calificación en una escala de 1 a 7
Motivación percibida en el videojuego	Calificación en una escala de 1 a 7
Percepción de satisfacción	Pregunta abierta
Valor emocional	Pregunta abierta
Engagement	Pregunta abierta
Flujo	Pregunta abierta
Disfrute	Pregunta abierta
Interés	Pregunta abierta

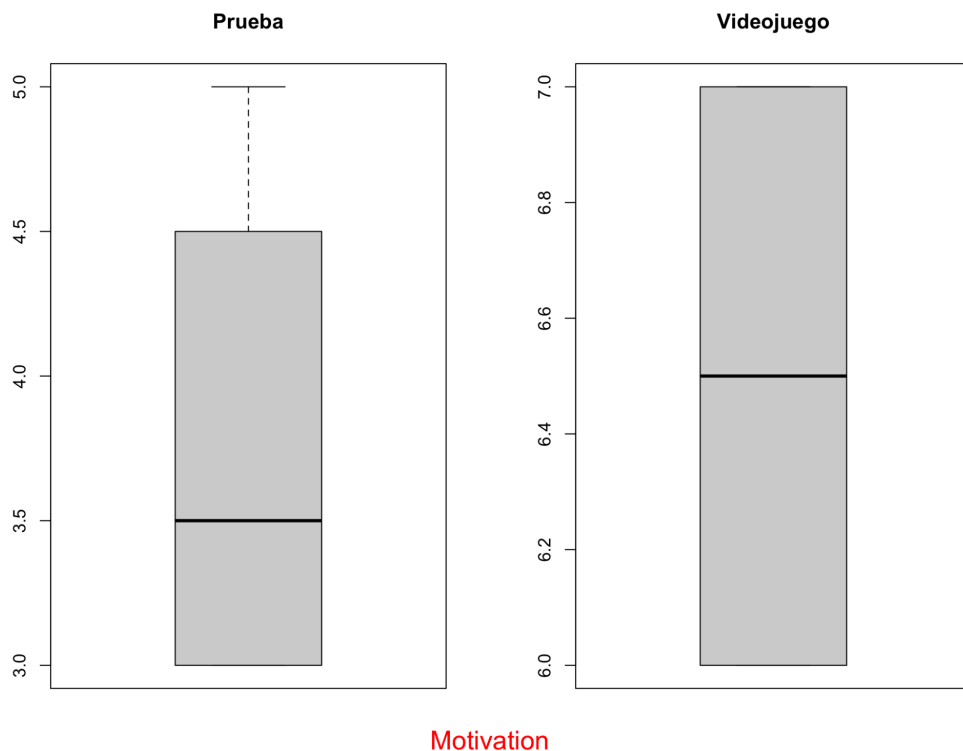


Los datos se recolectaron de manera manual en un cuaderno de notas, tomando los registros de las valoraciones realizadas por los participantes y, en las preguntas abiertas, consolidando un registro cualitativo de las ideas principales mencionadas por el equipo. La duración total del grupo focal fue de 40 minutos.

Para las dos primeras preguntas se hizo un análisis similar al realizado con la variable satisfacción. En primer lugar, se observó la distribución de los datos en una caja de bigotes:

Figura 70:

Boxplot de la comparativa de la motivación entre la prueba y el videojuego



Nota: Gráfica elaborada en Software R



La gráfica muestra que las valoraciones generales de la prueba son menores a las valoraciones hechas en el videojuego. Al parecer, la distribución podría ser normal solo en los datos del videojuego, lo cual se exploró con pruebas numéricas:

Tabla 38:

Resultados de la prueba de Shapiro

Shapiro-Wilk normality test

```
data: datos_pg$g_motivation  
W = 0.72863, p-value = 0.02386
```

```
> print(shapiro_p_motivation)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: datos_pg$p_motivation  
W = 0.86337, p-value = 0.2725
```

De acuerdo con los resultados de la prueba de Shapiro, se encuentra todo lo contrario a lo especulado en la prueba gráfica. En realidad, la distribución de las valoraciones de la prueba es la que presenta un comportamiento normal debido a que el p-valor es superior 0,05. Por el contrario, en los datos del videojuego se encuentra que el valor p es inferior a 0,05, por lo que rechazamos la hipótesis nula de normalidad y aceptamos que no siguen una distribución normal.

Por esta razón, se utilizó la prueba de Wilcoxon debido a que no requiere del cumplimiento del supuesto de normalidad para conocer si las diferencias entre las variables son estadísticamente significativas. Los resultados de la prueba fueron los siguientes:

Tabla 39:

Resultados de la prueba de Wilcoxon



Wilcoxon rank sum test with continuity correction

```
data: datos_pg$p_motivation and datos_pg$g_motivation
W = 0, p-value = 0.02747
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Debido a que el p-valor es menor a 0.05 puede decirse que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las medianas de p_motivation y g_motivation son iguales, por lo que se acepta la hipótesis alternativa, sugiriendo que las dos variables tienen medianas diferentes, concluyendo que hay una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de motivación de las dos versiones evaluadas.

Por otra parte, y con respecto a las preguntas abiertas, en la tabla siguiente se sintetizó la información recolectada de las respuestas de los participantes. Algunas de las respuestas ayudaron a comprender las valoraciones realizadas en las dos preguntas anteriores.

Tabla 40:

Respuestas a las preguntas abiertas

Categoría	Pregunta	Síntesis de las respuestas
Percepción de satisfacción	¿Qué tan satisfechos se sienten con el videojuego en comparación con la prueba tradicional?	En general, los participantes mencionaron que si bien la satisfacción puede ser superior en el videojuego por las expectativas que genera, los aspectos de funcionalidad y usabilidad afectaron dicha satisfacción.



Categoría	Pregunta	Síntesis de las respuestas
Valor Emocional	¿Qué emociones les generó el videojuego?	<p>Entre las emociones mencionadas por los participantes estuvieron:</p> <p>Positivas: expectativa, curiosidad, tranquilidad, animado, libertad, descarga emocional.</p> <p>Negativas: ansiedad, distracción y frustración.</p>
Engagement	¿Qué tan atrapados se sintieron con el videojuego?	<p>El videojuego pudo atrapar la atención de algunos de los participantes, manteniendo en ellos el interés por jugarlo y terminarlo. No obstante este engagement se vio afectado por la duración o extensión del juego, las velocidades de algunas mecánicas y aspectos funcionales que hacían que las emociones disminuyeran. A otros participantes, los diálogos extensos que no se podían saltar les afectó y no pudieron sentirse totalmente atrapados por el juego.</p>
Flujo	¿Qué tanto equilibrio percibieron entre la dificultad del juego y la habilidad percibida?	<p>En general, los participantes consideran que el equilibrio era adecuado. Entre más se avanzaba en el juego, la dificultad se fue incrementando y exigía cada vez más las habilidades de los jugadores.</p> <p>Algunos participantes recomiendan que ese incremento de dificultad no sea progresivo ni lineal, sino más exponencial o escalar para representar un mayor reto. Quienes no lograron superar exitosamente algunas pruebas o ítems expresan haber sentido frustración.</p>



Categoría	Pregunta	Síntesis de las respuestas
Disfrute	¿Qué tanto disfrutaron el videojuego?	La mayoría de los participantes expresan haber disfrutado el videojuego, algunos expresan haber estado tranquilos y animados. El videojuego les permitió sentirse más libres y no tener tanta presión o exigencia cognitiva o mental como cuando se hizo la prueba tradicional. Por fuera de las dificultades de usabilidad el juego generó disfrute. Una persona expresó no haber disfrutado tanto el juego porque debió repetirlo y eso le afectó. Además, expresó que algunos elementos del juego le generaron distracción. Expresan que la narrativa fue un componente que se dió de buena manera, cumpliendo con su propósito sin destacar mucho. La competitividad se vió afectada porque el juego no tenía una mecánica de retroalimentación, progreso o feedback.
Interés	¿Qué tanto interés logró despertar el videojuego?	El juego despertó interés debido a la expectativa que tenían los participantes. En este sentido, el interés fue técnico, querían conocer cómo se iba a presentar cada una de las pruebas y tareas en el videojuego.

De lo anterior, se destacan algunas categorías emergentes que tuvieron relevancia para los participantes y que fueron mencionadas como elementos que influyeron en la motivación.

Tabla 41:

Categorías emergentes

Categoría	Hallazgo
Expectativas	Las expectativas se refieren a todos los imaginarios y supuestos que los participantes se crearon debidos a la fama



Categoría	Hallazgo
	<p>y el reconocimiento interno que tuvo el desarrollo del videojuego. Además, los participantes conocieron primero la prueba tradicional y sabían que dicha prueba se gamificaría.</p> <p>Estas expectativas influyeron en la percepción que tuvo el juego cuando los participantes lo conocieron. Algunos tuvieron reacciones positivas y otros vieron un resultado que no se imaginaban.</p>
Funcionalidad	<p>La funcionalidad fue un factor que afectó la satisfacción de la experiencia del videojuego. Debido a que la implementación del videojuego fue una prueba piloto, se identificaron fallos y errores funcionales, especialmente en dispositivos Apple. Algunos participantes vieron afectada su satisfacción y la motivación cuando debido a estos fallos tuvieron que repetir la prueba o parte de ella.</p>
Emociones positivas y negativas	<p>Tanto la prueba tradicional como el videojuego lograron despertar emociones positivas y negativas. En la prueba, por ejemplo, los factores logísticos, la duración y la cantidad de tareas generó emociones negativas, según ellos: cansancio, carga cognitiva, estrés. Por otro lado, en el videojuego, las emociones negativas fueron principalmente por los problemas funcionales, en este caso, también reportaron estrés.</p> <p>Entre las emociones positivas, en la prueba expresaron sentir claridad; mientras que en el videojuego se percibió comodidad y gusto.</p>
Exigencia cognitiva	<p>Al hablar de la prueba tradicional, los participantes introdujeron el concepto de exigencia cognitiva para comunicar la dificultad y el agotamiento producido al realizar las tareas. Esta exigencia se percibió menor en el</p>



Categoría	Hallazgo
	videojuego.
Distracción	La distracción se percibió como un factor negativo que se presentó en la parte de exploración y narrativa del videojuego. Desde el punto de vista de los participantes a veces los aspectos narrativos que dan contexto pueden sacar de foco las tareas de las pruebas. No obstante, al ingresar en los escenarios de juego en los cuales deben resolver las pruebas hay menos distractores.

En conclusión, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el nivel de motivación percibido por los participantes entre realizar la prueba tradicional y jugar el videojuego. Esta motivación se comprende por las expectativas que tenían los participantes, las emociones positivas generadas, la satisfacción y el engagement. Es bueno precisar también que algunos factores como la funcionalidad y los errores técnicos pueden afectar la satisfacción y la motivación en el videojuego.

4.3.2.3. *Tiempo*

Debido a que el tiempo es una variable importante para conocer el comportamiento del proceso gamificado, se tomó registro durante la ejecución de la prueba piloto del videojuego. Se midió el tiempo de ejecución de cada una de las pruebas de habilidades, en total 4 pruebas a la que se le agrega la variable de la duración total.

La tabla siguiente presenta, algunos valores de interés como los mínimos, los máximos, el promedio y la desviación estándar:



Tabla 42:

Valores mínimo, máximo, media y desviación de las pruebas de habilidades

	Formación de conceptos	Inversión de números	Series de números	Análisis y síntesis	Tiempo total
Valor mínimo	15,02	4,17	5,12	5,20	45,82
Valor máximo	49,47	42,32	59,02	15,65	137,48
Media	27,43	27,15	36,63	9,98	101,20
Desviación	8,18	11,35	12,54	2,30	21,75

De acuerdo con la tabla anterior, en primer lugar, al observar la Formación de conceptos, se destaca que los valores oscilan entre 15,02 y 49,47, con una media de 27,43 y una desviación estándar de 8,18. Esto sugiere una variabilidad moderada en los resultados, lo que indica que los participantes presentan algunas diferencias en esta habilidad.

En segundo lugar, la Inversión de números muestra un rango más amplio, con valores entre 4,17 y 42,32. La media en esta variable es de 27,15, similar a la de "Formación de conceptos," pero con una desviación estándar mayor, de 11,35. Este aumento en la dispersión señala una variabilidad considerable en los resultados, lo que podría reflejar diferencias más marcadas entre los participantes en esta habilidad específica.

En tercer lugar, al analizar la variable Series de números, se observa una media de 36,63, superior a las medias de las variables anteriores, con una desviación estándar de 12,54. Estos valores indican que los puntajes en esta habilidad están bastante dispersos en torno a la media, lo cual sugiere un rango amplio de desempeño en la resolución de series numéricas.

Por otro lado, la variable Análisis y síntesis presenta un comportamiento distinto, ya que sus valores se encuentran en un rango más estrecho, de 5,20 a 15,65. La

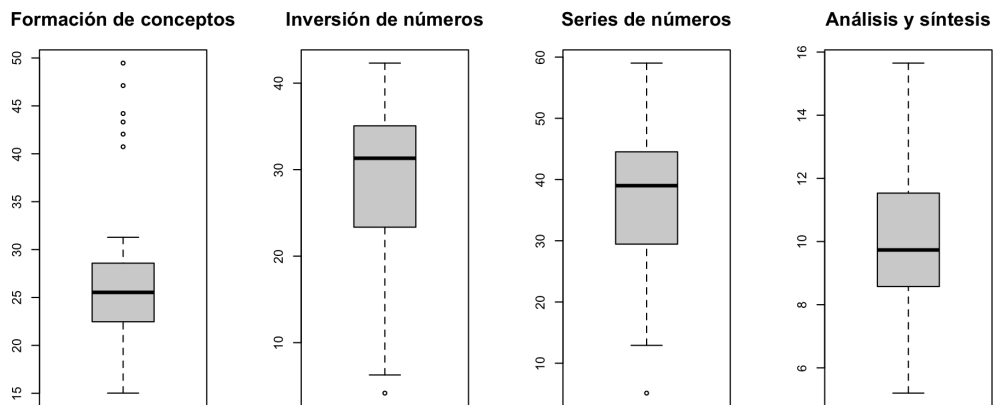


media es de 9,98 y la desviación estándar es de apenas 2,30, lo que indica que los resultados son más consistentes entre los participantes y están menos dispersos en comparación con las otras variables.

Finalmente, la variable Tiempo total destaca por su media alta (101,20) y una considerable desviación estándar de 21,75, con valores que varían entre 45,82 y 137,48. Este comportamiento sugiere que el tiempo total dedicado a las tareas varía significativamente entre los participantes, lo que podría reflejar diferencias individuales en la velocidad de desempeño. Para complementar el análisis, se crearon las siguientes gráficas descriptivas que permitieron observar el comportamiento y distribución de los datos en cada variable:

Figura 71:

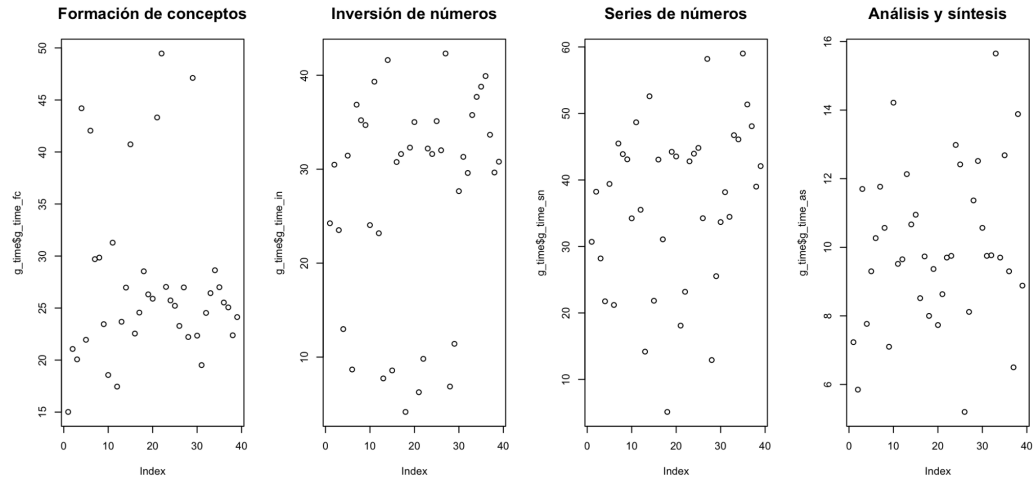
Boxplot distribución de los datos de las variables



Nota: Gráfica elaborada en Software R

Figura 72:

Diagrama de dispersión de los datos de las variables



Nota: Gráfica elaborada en Software R

Las gráficas presentadas ofrecen un análisis visual de las variables de tiempo de cada una de las pruebas. La disposición de la gráfica está dividida en dos secciones: en la primera fila, se encuentran diagramas de caja (boxplots), mientras que en la segunda se muestran diagramas de dispersión (scatter plots).

En los diagramas de caja, observamos la distribución de los datos para cada variable, lo cual permite identificar tanto la mediana como el rango intercuartílico. Por ejemplo, en Formación de conceptos, el rango de valores es amplio y se detectan varios valores atípicos en el extremo superior, superando los 45 puntos. Por otro lado, en Inversión de números, aunque la dispersión es menor, aún se observan algunos valores extremos tanto en el rango inferior como en el superior. En el caso de Series de números, la distribución también incluye valores atípicos, pero la mediana está cerca del centro del rango intercuartílico. Finalmente, en Análisis y síntesis, el rango de valores es más compacto, con una mediana más cercana al centro y un menor número de valores extremos.

En la segunda sección de la gráfica, los diagramas de dispersión permiten observar la variabilidad de los puntajes en cada índice, lo cual sugiere la existencia de

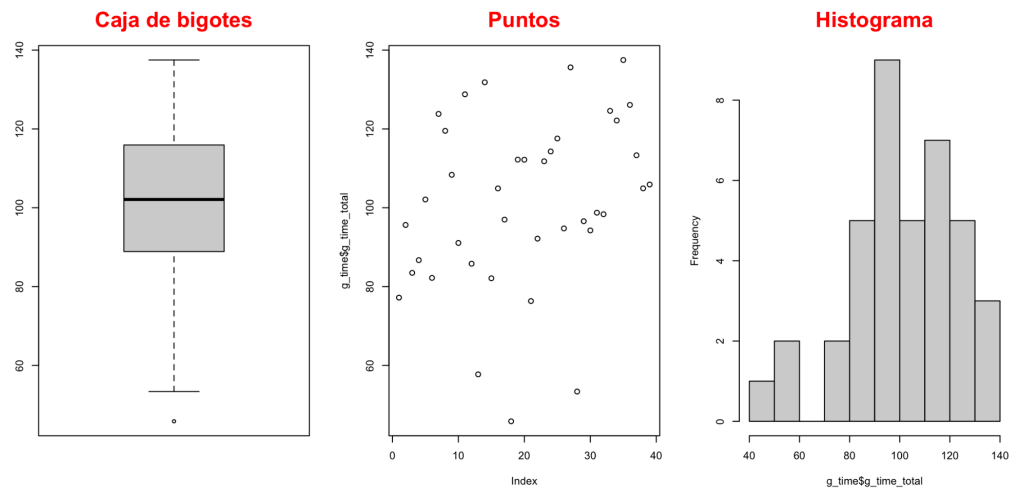


patrones individuales en cada variable. En cada gráfico, los puntos parecen distribuidos sin un patrón de tendencia claro, lo cual indica que los puntajes en cada variable no presentan una correlación directa con el orden de los índices.

Adicionalmente, se generaron los siguientes gráficos para el tiempo total:

Figura 73:

Diagramas de boxplot, puntos e histograma para el tiempo total



Nota: Gráfica elaborada en Software R

De los anteriores gráficos puede decirse que, primero, en la caja de bigotes (izquierda), podemos observar la mediana de los tiempos en el centro de la caja, que se encuentra alrededor de los 100 segundos. Esta caja representa el rango intercuartílico, es decir, el 50% central de los datos, y se extiende desde aproximadamente 80 hasta 120 segundos. Además, se destaca la presencia de un posible valor atípico, que está por debajo de 60 segundos, lo cual sugiere que la mayoría de los tiempos están concentrados en un rango estrecho, con pocas desviaciones extremas.



En segundo lugar, el diagrama de puntos (centro) muestra la dispersión de los tiempos de forma individual. Cada punto representa un registro de tiempo total, permitiendo ver cómo se distribuyen los datos en el eje vertical. En este gráfico se evidencia que los tiempos se concentran principalmente entre 80 y 120 segundos, aunque hay una dispersión moderada. Esto es consistente con la caja de bigotes, que también mostró un rango intercuartílico similar.

Finalmente, el histograma (derecha) ilustra la frecuencia de los tiempos totales en intervalos específicos. En este caso, el gráfico muestra que el grupo más frecuente de valores está entre 100 y 120 segundos, indicando que la mayoría de los participantes tardaron este tiempo en completar la tarea en el videojuego. Además, se observa una disminución de frecuencias en los valores más extremos, tanto por debajo de 80 segundos como por encima de 120, lo cual sugiere una tendencia hacia la concentración en tiempos medios.

Pruebas de normalidad Shapiro:

Tabla 43:

Pruebas de normalidad de Shapiro para las diferentes pruebas de habilidades

Shapiro-Wilk normality test Formación de conceptos

data: g_time\$g_time_fc

W = 0.83976, p-value = 6.208e-05

Shapiro-Wilk normality test Inversión de números

data: g_time\$g_time_in

W = 0.86595, p-value = 0.0002673

Shapiro-Wilk normality test Serios de números

data: g_time\$g_time_sn

W = 0.9627, p-value = 0.2192



Shapiro-Wilk normality test Análisis y síntesis

data: g_time\$g_time_as

W = 0.98733, p-value = 0.9323

Shapiro-Wilk normality test Tiempo total

data: g_time\$g_time_total

W = 0.96732, p-value = 0.3097

Los resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk permiten evaluar si los tiempos de las diferentes tareas en el videojuego siguen una distribución normal. En primer lugar, para la tarea Formación de conceptos, el valor de W obtenido es 0.83976, con un p-valor de $6.208e-05$. Este valor es claramente inferior a 0.05, lo cual sugiere que los datos no siguen una distribución normal.

En segundo lugar, para la tarea Inversión de números, el valor de W es 0.86595, con un p-valor de 0.0002673. Al igual que en el caso anterior, este p-valor es menor a 0.05, indicando nuevamente que los datos no siguen una distribución normal. En contraste, al analizar la tarea Series de números, se observa un valor de W de 0.9627 y un p-valor de 0.2192, el cual es superior a 0.05. Esto indica que los datos de esta tarea sí siguen una distribución normal, ya que no se rechaza la hipótesis de normalidad.

Por otro lado, para la tarea Análisis y síntesis, se obtuvo un valor de W de 0.98733 y un p-valor de 0.9323. Este valor es significativamente mayor a 0.05, lo que permite concluir que los datos de esta tarea también siguen una distribución normal. Finalmente, en el caso del Tiempo total, el valor de W es 0.96732 y el p-valor es 0.3097. Dado que este p-valor supera el umbral de 0.05, podemos afirmar que los datos del tiempo total siguen una distribución normal.



Por lo anterior, las variables Formación de conceptos e Inversión de números no cumplen con la normalidad debido a sus p-valores inferiores a 0.05. En cambio, las variables Series de números, Análisis y síntesis y Tiempo total sí cumplen con la normalidad, ya que sus p-valores son superiores a 0.05.

Consideraciones importantes sobre el tiempo

Si bien no se tomaron registros del tiempo que tomó la ejecución o aplicación de la prueba tradicional y por ende no se hizo un análisis comparativo. Se considera que el proceso gamificado y su producto, el videojuego, tienen características que ayudan a disminuir los tiempos asignados normalmente en el proceso tradicional, como la capacidad para aplicar y procesar las pruebas de manera simultánea, la automatización de tareas de análisis de datos y la extracción de resultados

Así por ejemplo, en la caracterización del proceso de selección realizada, se estimó que en un escenario simulado, en el cual ingresan 170 candidatos al proceso, alrededor de 8 personas llegan a la etapa 3, en la cual se aplican 2 pruebas técnicas. El tiempo asignado para esto es de 5 días. Durante estos 5 días, los analistas de talent acquisition, se distribuyen la cantidad de candidatos y programan citas para la aplicación de las pruebas tradicionales, utilizan hasta 2 por candidato. Posteriormente, las pruebas requieren de un procesamiento para ser calificadas y obtener las puntuaciones generales. Luego se aplican los filtros de acuerdo con los resultados obtenidos y se toman las decisiones correspondientes sobre los candidatos que continúan en el proceso y los que no. Los 5 días se consideran un parámetro estándar generalizado.

Con el videojuego se aplicaron 4 pruebas a 37 personas de forma simultánea en una prueba piloto, en un tiempo promedio de 101,22 minutos. El procesamiento y la obtención de las puntuaciones son exportadas desde el videojuego, logrando que, si



es necesario, un reclutador pueda tomar decisiones el mismo día después de aplicar el videojuego.

4.4. *¿Cuál fue el grado de alcance de los objetivos?*

Los resultados del proyecto se organizaron de acuerdo con lo esperado en cada uno de los objetivos:

Objetivo 1: caracterizar un proceso de selección de personal con alta demanda y poca oferta

- Producto: se generó una caracterización por medio de modelos de dinámica de sistemas de un proceso de selección de personal con alta demanda y poca oferta de talento, que documenta el estado actual del proceso.
- Resultado: como resultado, se obtuvo la caracterización del proceso de selección de personal con unas descripciones de algunos factores intervinientes y la identificación de algunos problemas claves, proporcionando una visión clara de los retos y las oportunidades de mejora de los procesos de selección.

Objetivo 2: diseñar un modelo para gamificar procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta

- Producto: se creó un modelo integrado de gamificación de un proceso de selección con alta demanda y poca oferta de talento, que estructura y ordena un conjunto de etapas que conducen a la generación de un proceso de selección gamificado o alguna de sus partes. En este modelo se utilizaron algunas herramientas o técnicas de modelado como la dinámica de sistemas, la ingeniería ontológica, el análisis sistémico de Godet y la estadística.
- Resultado: el resultado fue el modelado y la aplicación del modelo en un caso de estudio en el que se gamificó una etapa del proceso de selección de personal.



Objetivo 3: evaluar el modelo para la gamificación de procesos de selección de personal con alta demanda y poca oferta

- **Producto:** se crearon reportes del análisis de la evaluación del modelo, que informan sobre el funcionamiento de las partes del modelo, el funcionamiento integrado del modelo en un contexto de estudio, el aporte a la solución en términos de la satisfacción, la motivación y el tiempo de ejecución del proceso gamificado.
- **Resultado:** el resultado de la evaluación fue la validación del modelo en un contexto real, la identificación de factores de éxito y el reconocimiento de aspectos por mejorar.



5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1. *Reflexiones finales*

5.1.1. Conclusiones derivadas del proceso

Sobre el problema

La industria tecnológica contemporánea ha experimentado un crecimiento exponencial que ha ampliado la disponibilidad de productos en el mercado, satisfaciendo una gran diversidad de necesidades humanas. Este desarrollo constante posiciona a la tecnología como una de las industrias más prometedoras en la actualidad y a futuro. Como resultado, los consumidores disponen de múltiples opciones para elegir herramientas y dispositivos que se adapten a sus demandas específicas. A la par de este fenómeno, los videojuegos también han mostrado un incremento significativo en popularidad, lo que refleja un interés creciente, pese a las controversias sociales y culturales que a veces rodean su función popular como entretenimiento.

El surgimiento de los juegos serios ha ampliado sus aplicaciones a otros campos como la educación, la salud y la política, lo que demuestra que los videojuegos poseen un potencial más amplio del que inicialmente se les atribuía. En este contexto, la gamificación ha emergido como una herramienta innovadora que traslada las dinámicas propias del juego a escenarios no lúdicos, con el fin de generar motivación y compromiso. Según las tendencias actuales, tanto los videojuegos como la gamificación han incrementado su impacto, y esta última incluso ha superado en interés a los juegos tradicionales en algunas áreas, lo que pone de manifiesto su versatilidad y aplicabilidad.



El uso de juegos serios y de estrategias de gamificación ha tenido un impacto notable en múltiples sectores, especialmente en el ámbito empresarial. Las organizaciones han implementado estas estrategias para mejorar la productividad, optimizar operaciones, capacitar empleados y fortalecer sus procesos de comercialización y gestión del talento humano. En particular, la gamificación ha demostrado ser una herramienta eficaz en la selección de personal, ya que facilita la atracción y evaluación de candidatos al integrar dinámicas más atractivas que los métodos tradicionales. Esta innovación cobra relevancia en un contexto donde las empresas tecnológicas enfrentan dificultades crecientes para cubrir vacantes, dadas las altas exigencias de habilidades y la falta de profesionales con competencias integrales.

Ante esta realidad, las empresas se ven en la necesidad de adaptar sus procesos de selección a los nuevos panoramas laborales, donde la globalización y la competencia por el talento imponen desafíos adicionales. La incorporación de tecnologías emergentes ha sido fundamental en este proceso de transformación. Herramientas como la inteligencia artificial, la analítica de datos y los sistemas de computación semántica han permitido optimizar la captación de talento, reducir sesgos en la toma de decisiones y predecir con mayor precisión el comportamiento futuro de los empleados. Estas innovaciones han contribuido a rediseñar las prácticas tradicionales de selección, que históricamente se han basado en entrevistas y pruebas psicotécnicas, las cuales, en algunos casos, resultan intimidantes y afectan la percepción del candidato sobre la organización. Por el contrario, el uso de metodologías más dinámicas como los juegos serios y la gamificación ha mejorado la experiencia del aspirante, incrementando la satisfacción y la alineación con los objetivos empresariales.

La evolución tecnológica también ha planteado la necesidad de superar problemas derivados de los métodos convencionales de selección, como la falta de conocimiento especializado por parte de los analistas o la influencia de intereses políticos en las decisiones. En este sentido, la integración de la innovación en los procesos de selección no solo responde a la demanda de mayor eficiencia y transparencia, sino que también busca



mitigar el desbalance entre la oferta y demanda de personal calificado. Esto es especialmente relevante en la industria tecnológica, donde el crecimiento acelerado ha generado una escasez de profesionales que afecta la productividad y dificulta la consolidación de equipos altamente competentes.

En definitiva, los avances tecnológicos han transformado la manera en que las organizaciones gestionan el talento humano, y la gamificación se presenta como una de las soluciones más prometedoras en este campo. Al trasladar los principios del juego a procesos no lúdicos, las empresas pueden mejorar significativamente la captación, evaluación e integración de candidatos. En consecuencia, comprender las dinámicas de la gamificación y su aplicación en la gestión del talento resulta esencial para enfrentar los desafíos del mercado laboral actual y asegurar el éxito organizacional en un entorno cada vez más competitivo y globalizado.

Sobre el estado del arte

El estado del arte evidencia cómo la gamificación y los modelos de representación pueden optimizar los procesos de selección de personal. En primer lugar, se destaca la caracterización de estos procesos mediante metodologías visuales y estructurales, tales como los modelos BPMN, diagramas de flujo y Gantt. Estas herramientas permiten representar el flujo y las dependencias de tareas en un proceso de selección, facilitando así la comprensión y la optimización de los procedimientos.

Por otro lado, el uso de la gamificación en la selección de personal ha mostrado resultados significativos en términos de motivación y compromiso de los candidatos. Esta técnica, que incluye tanto juegos serios —diseñados específicamente con fines evaluativos— como procesos gamificados donde se integran elementos lúdicos en pruebas preexistentes, permite evaluar competencias de una manera dinámica y atractiva. Ejemplos de éxito en este campo incluyen plataformas como CodeSignal y Workday, que han logrado



incrementar la efectividad en la evaluación de habilidades técnicas y competencias blandas mediante el uso de tecnologías de gamificación.

Además, las aplicaciones de gamificación en diversos sectores, tales como la salud, la educación y las empresas, han mostrado múltiples beneficios. En estos contextos, la gamificación no solo incrementa la participación y el aprendizaje, sino que también permite mejorar habilidades y fomentar la fidelización. En el ámbito empresarial, por ejemplo, se observa un impacto positivo en la motivación de los empleados y en la capacitación, lo que se traduce en un aumento en la retención de conocimientos.

Asimismo, se han identificado diversas herramientas y enfoques de diseño que sustentan la implementación de la gamificación en la selección de personal. Entre ellos, se encuentran metodologías como el Design Science Research (DSR) y el diseño centrado en el usuario, así como frameworks como MDA (Mecánica, Dinámica y Estética), los cuales proporcionan una estructura sólida para el desarrollo de experiencias de gamificación y la integración de mecánicas de juego. Igualmente, la evaluación psicométrica es fundamental para asegurar que los juegos y las actividades gamificadas sean efectivas y confiables.

En cuanto a la evaluación de estos procesos gamificados, el enfoque en la Experiencia de Usuario (UX) permite adaptar las evaluaciones a las necesidades específicas de los usuarios. Mediante el uso de indicadores de usabilidad, accesibilidad e interacción, se puede garantizar que el proceso gamificado ofrezca una experiencia satisfactoria y personalizada, lo cual resulta en una mayor adherencia de los candidatos.

Finalmente, el estado del arte sugiere la necesidad de un enfoque sistémico para la gamificación de procesos de selección en sectores con alta demanda y escasa oferta de talento. Este enfoque permitiría integrar de manera coherente diversas metodologías y conocimientos provenientes de múltiples disciplinas, estableciendo así una base conceptual sólida que facilite la toma de decisiones y optimice los resultados en la atracción y evaluación de candidatos. En suma, la gamificación representa una herramienta



prometedora para innovar en la selección de personal, ofreciendo una experiencia enriquecedora y eficiente tanto para los candidatos como para las organizaciones.

Sobre el diseño del modelo

En primer lugar, la gamificación de procesos de selección se presenta como una estrategia innovadora que transforma las dinámicas tradicionales de reclutamiento al incorporar elementos de juego en las evaluaciones de los candidatos. Este enfoque puede permitir no solo hacer el proceso más atractivo, sino también obtener una evaluación más precisa de habilidades y competencias específicas que son difíciles de observar mediante métodos tradicionales. Además, la gamificación puede contribuir en la disminución de los niveles de ansiedad mediante la evaluación sigilosa de los candidatos, al situarlos en un ambiente menos formal y más interactivo, lo cual puede traducirse en un mejor desempeño y en una representación más auténtica de sus habilidades.

Por otra parte, el uso de técnicas gamificadas facilita la recopilación de datos en tiempo real, lo que permite a los reclutadores realizar un seguimiento de cada candidato y obtener métricas sobre su desempeño en diversas áreas. Estas métricas pueden ofrecer una visión integral de las competencias cognitivas, habilidades sociales y capacidades para resolver problemas de los participantes, aspectos que resultan esenciales en el contexto laboral actual. De este modo, el modelo gamificado no solo puede permitir una evaluación objetiva, sino que también puede proporcionar una experiencia de usuario enriquecida para mejorar la percepción de los candidatos sobre la empresa y el proceso de selección en sí.

En cuanto a las implicaciones prácticas, este modelo de gamificación puede ser adaptado a diversas industrias y perfiles laborales, dada su flexibilidad y enfoque personalizado, lo que representa una ventaja significativa para las empresas que buscan atraer talento en sectores altamente competitivos, ya que les permitiría destacar en el mercado laboral y proyectar una imagen de innovación. Además, el modelo favorece una toma de decisiones más



informada por parte de los reclutadores, quienes pueden basarse en datos concretos para seleccionar a los candidatos con mayor potencial de éxito en el puesto.

Ahora bien, el modelo en su diseño, retomó algunos aspectos conceptuales y metodológicos que puede ser importante destacar a modo de reflexiones y consideraciones finales:

- Integración de teorías psicológicas: el modelo se basa en la teoría de personalidad de Marston, que clasifica los comportamientos en función de cómo los individuos perciben y responden a su entorno (favorable o desfavorable). Esta teoría permite identificar los comportamientos deseables para cada puesto y ayuda a definir los perfiles de comportamiento, los cuales son fundamentales para personalizar el proceso de selección de acuerdo con el perfil esperado.
- Aplicación del modelo de perfiles de jugadores de Bartle: los perfiles de jugador de Bartle (Achievers, Explorers, Socialisers y Killers) permiten categorizar a los candidatos en función de sus motivaciones y preferencias de interacción en entornos de juego. Esto facilita la elección de dinámicas de juego que resalten características específicas de los candidatos, alineadas con los requerimientos del puesto definidos en el perfil del cargo esperado.
- Asociación de elementos de gamificación específicos: se realiza un análisis detallado para asociar elementos, mecánicas y dinámicas de juego con los perfiles de jugador identificados. Esto asegura que cada etapa del proceso esté diseñada para observar y evaluar las competencias y comportamientos específicos que el puesto requiere.
- Adaptabilidad y flexibilidad del modelo: el diseño del modelo se concibe como un proceso cíclico, en el que es posible volver a fases anteriores para hacer ajustes en función de los resultados obtenidos en etapas de prueba o cambios en las



necesidades del puesto o de la organización. Esta adaptabilidad permite que el modelo se mantenga relevante y eficiente en contextos laborales cambiantes.

- Enfoque en la experiencia del usuario: la gamificación no solo busca mejorar la precisión en la evaluación, sino también hacer el proceso de selección más atractivo y motivador para los candidatos. Al ofrecer una experiencia interactiva y dinámica, el modelo contribuye a reducir el estrés y la ansiedad del candidato, promoviendo un desempeño más auténtico y mejorando la percepción de la empresa.

Además, destaca un fenómeno de la E-fintech que llama la atención, y es que en los cargos de TI de la empresa existe una tendencia de desarrollo de comportamiento según el nivel del cargo, que va desde las normas, determinadas por una orientación marcada hacia las tareas y el trabajo con otros, en los niveles Junior; hasta la extraversión, determinada por una orientación marcada a la proactividad y las personas en los cargos de liderazgo.

Esta tendencia es interesante porque, por fuera del objeto principal de estudio, pone en cuestión los procesos internos de formación y desarrollo de carrera, pues al presentar tal variedad de estilos de personalidad y comportamiento asociados a los ejes de Marston, centra la posibilidad de un ascenso exitoso sobre cambios actitudinales, lo que hace que crecer dentro de la empresa en el área de tecnología sea significativamente difícil.

Sobre el estudio de caso

En cuanto al diseño del estudio de caso, se puede mencionar que fue estructurado y detallado, siguiendo un enfoque exploratorio que permitió una comprensión profunda del fenómeno de selección en la E-fintech con necesidades críticas de talento. El diseño se fundamentó en la observación directa, la recolección de datos cualitativos y la integración de herramientas avanzadas, como la gamificación y el análisis ontológico, lo que facilitó una evaluación completa de los perfiles de cargo en función de competencias y motivaciones específicas.



La elección del enfoque exploratorio se considera adecuada, ya que permitió la generación de hipótesis preliminares sobre la relación entre los procesos tradicionales de selección y la alta tasa de deserción de talento en etapas claves. El diseño también contempló fases específicas —como la caracterización, identificación, asociación e incorporación— que garantizan un proceso metódico y sistemático para aplicar, evaluar y ajustar el modelo gamificado al contexto particular de la empresa.

Además, el diseño del estudio incluyó herramientas de análisis sistémico (modelos BPMI y de dinámica de sistemas) y metodologías de ingeniería ontológica, lo que permitió identificar relaciones y generar modelos de simulación que representan fielmente las etapas del proceso de selección. Esto aportó un valor significativo al estudio, ya que no solo se evaluaron resultados inmediatos, sino que se exploró cómo el proceso de selección podría darse en escenarios futuros. En conjunto, el diseño del estudio de caso logro combinar la investigación aplicada con la implementación práctica de soluciones innovadoras para resolver problemas específicos de retención de talento en una empresa de alta competitividad.

Ahora bien, sobre la implementación del modelo en el estudio de caso, puede mencionarse que la etapa de caracterización se llevó a cabo mediante encuentros con el personal de la empresa y un análisis profundo del proceso de selección. Se generaron modelos y simulaciones que reflejan la realidad del proceso, señalando que la estructura de selección de E-fintech es prolongada y poco satisfactoria y atractiva para los candidatos, lo cual genera desmotivación y altas tasas de deserción. El análisis reveló que el proceso actual o tradicional no se ajustaba a las necesidades del mercado tecnológico, evidenciando la necesidad de innovaciones, como la gamificación, para reducir la pérdida de talento en etapas clave.

Con respecto a la etapa de definición se analizaron los perfiles de cargo en función de los comportamientos y competencias. Se identificaron distintos niveles de experiencia, desde



junior hasta líder, cada uno vinculado a comportamientos profesionales específicos en un eje de proactividad y enfoque en personas o tareas. Sin embargo, se observó la ausencia de criterios comportamentales y de personalidad definidos en términos de la teoría de Marston, pese al uso de evaluaciones que emplean dicha teoría. Este aspecto permitió una evaluación más amplia del perfil requerido, vinculándolo con modelos de motivación y comportamiento, lo cual aporta mayor claridad en las competencias a evaluar mediante la gamificación.

A partir de lo anterior, se pudo pasar a la identificación del perfil idóneo de jugador usando un modelo ontológico que asocia competencias específicas de los candidatos con perfiles de jugador, basándose en el modelo de Bartlet. Este enfoque permitió que los perfiles de jugador, como el "Killer" para desarrolladores senior, se integraran para luego asociar elementos clave para la gamificación del proceso de selección, como las mecánicas y dinámicas de juego adaptadas al perfil profesional de los candidatos. La etapa asociación permitió, entonces, priorizar aquellos componentes que facilitarían la evaluación de competencias específicas, optimizando la selección de desarrolladores con el perfil adecuado.

Finalmente, la incorporación de elementos de gamificación fue efectiva al implementar mecánicas como el conflicto en el juego y la competencia, lo cual mejoró la experiencia del usuario. Este proceso incluyó el diseño de un videojuego serio que convirtió la evaluación de habilidades del pensamiento en un reto motivador, adaptado a las necesidades del perfil técnico buscado por la empresa. La narrativa del juego, que promovía la inmersión del candidato en una misión de "salvar la humanidad", incrementó la motivación y la participación de los candidatos.



5.1.2. Conclusiones derivadas de la evaluación y los resultados

El esquema de la evaluación se estructuró en dos componentes claves: el primero fue la evaluación del modelo el cual tenía dos preguntas claves: ¿cómo funcionan los componentes del modelo? y ¿cómo funciona el modelo completo? El segundo fue la evaluación de la solución, la cual estuvo dirigida por la siguiente pregunta: ¿cuáles son los resultados y/o impactos del modelo? En este apartado, se intentará, a modo de conclusión, responder a estas preguntas.

¿Cómo funcionan los componentes del modelo?

Los componentes del modelo se pueden entender en dos categorías: las etapas conceptuales del proceso que orientan las acciones a seguir y las técnicas y herramientas que se utilizan en cada una de estas etapas. Con respecto a las primeras se puede concluir que, en general, presentan un funcionamiento adecuado. Solo la etapa de incorporación mostró la necesidad de ajustarse, sobre todo en el paso referido a la priorización de elementos de gamificación.

Con respecto a las segundas, las técnicas y herramientas utilizadas, puede decirse que tanto la dinámica de sistemas como la ingeniería ontológica mostraron ser de gran aporte. Mientras que con el modelo de dinámica de sistema se comprendió el proceso de selección, se simulaban situaciones y se identificaron algunos problemas claves, el modelo de ingeniería ontológica ayudó en el desarrollo de las etapas de definición, asociación e incorporación.

Además, el modelo de ingeniería ontológica permitió la estructuración de los dominios intervinientes en el proceso: la gamificación con los perfiles de jugadores, los elementos de juego, las dinámicas y las mecánicas de juego; la selección de personal con los perfiles de cargo; y la psicología con la teoría de personalidad y los ejes de comportamiento.



Aunado a esto, la ontología cobra gran relevancia debido a que las relaciones lógicas establecidas implicaron una fundamentación conceptual, esta soporta una relación clave entre la teoría de Marston en personalidad y comportamiento y la de Bartle en perfiles de jugadores, lo que implica que la ontología, sus relaciones y las inferencias que realiza son sólidas desde el punto de vista del soporte teórico y conceptual.

Finalmente, otras herramientas funcionaron de apoyo, como por ejemplo el análisis sistémico de Godet, los modelos BPM y los esquemas utilizados para la evaluación que agrupan Evaluación UX y Pruebas unitarias e integradas. Todas estas, cumplieron su propósito de acuerdo con el lugar y las tareas en las cuáles fueron utilizadas.

¿Cómo funciona el modelo completo?

Respecto a la estructura del modelo, se observó una alta coherencia conceptual y una conexión adecuada entre los elementos o componentes del modelo. Sin embargo, en la fase de incorporación de elementos de gamificación, se identificó una limitación derivada de la priorización de estos elementos, la cual restringió las opciones de diseño y adaptación. Esta observación sugiere que el modelo, aunque robusto, podría beneficiarse de una mayor flexibilidad en esta fase para introducir en el juego mayores elementos.

Adicionalmente, en el flujo de información entre las entradas y las salidas las etapas y las herramientas utilizadas en cada una, permitieron el cumplimiento de los requerimientos de cada etapa. Lo que, no solo valida el funcionamiento de cada etapa, sino también el desempeño funcional del modelo en su totalidad.

¿Cuáles son los resultados y/o impactos del modelo?

El modelo integró con éxito elementos de gamificación orientados a aumentar la motivación y la satisfacción de los candidatos, factores críticos en procesos de selección de alta



demanda y poca oferta. La inclusión de elementos, mecánicas y dinámicas de juego, como el conflicto y la competencia, favoreció el interés y la motivación de los candidatos.

De igual manera, al generar expectativa e incentivar una experiencia de usuario atractiva, el modelo no solo mantuvo la participación, sino que también generó un contexto idóneo para incidir en la motivación de los participantes. En consecuencia, la experiencia de selección no solo resultó enriquecida para el candidato, sino que también ofrece a la empresa una visión más detallada y precisa de las habilidades de pensamiento evaluadas.

Por otra parte, es pertinente mencionar los efectos que tuvo el proceso gamificado y su producto - el videojuego - en los participantes. En primer lugar, el nivel de satisfacción experimentado en el videojuego, aunque fue alto, se vió influenciado por diversas variables relacionadas con la experiencia del usuario como la usabilidad y la funcionalidad. A pesar de esto, los participantes valoraron positivamente la comodidad y el disfrute del videojuego, las cuales se asocian con la flexibilidad y el formato de juego. En contraste, en la prueba tradicional, la satisfacción estuvo más relacionada con la claridad de la información y la facilidad de aprendizaje. Esto subraya que la satisfacción en entornos gamificados depende no solo del contenido, sino también de las experiencias de los participantes, sus sensaciones y el nivel de disfrute que puedan llegar a tener.

En términos de motivación, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre la prueba tradicional utilizada en el proceso de selección y el videojuego. Los participantes mostraron una mayor motivación hacia el videojuego, lo cual se relaciona con las expectativas previas, las emociones positivas generadas y el mayor nivel de "*engagement*" percibido. El videojuego logró captar la atención de los participantes mediante su narrativa y mecánicas de juego, aunque en algunos casos el "*engagement*" se vió afectado por elementos distractores o por diálogos extensos que no podían saltarse. Adicionalmente, el equilibrio entre la dificultad del juego y la habilidad percibida permitió que los jugadores sintieran un desafío progresivo, lo cual contribuyó a mantener su interés y motivación.



Con respecto al tiempo, se concibe que el videojuego tiene ventajas por encima de la prueba tradicional. A diferencia de esta última, que implicaba programación de cita y aplicación y procesamiento manual de resultados, el videojuego permitió realizar la evaluación simultáneamente a 37 personas en un promedio de 101 minutos. La automatización de la recolección y análisis de datos facilita además la toma de decisiones de manera casi inmediata. Aunque no se tomaron datos comparativos directos del tiempo en la prueba tradicional, se considera que el videojuego reduce los tiempos de aplicación y procesamiento, mostrando una eficiencia considerable en este aspecto.

En conclusión, el proceso gamificado empleado en la etapa de aplicación de pruebas técnicas del proceso de selección de la E-fintech mejora la motivación de los participantes y tiene potencial para reducir el tiempo de aplicación; aunque la satisfacción se mantenga con respecto a la prueba tradicional, puede verse afectada por problemas de funcionalidad, por lo que se recomienda cuidar los aspectos de experiencia de usuario. En general, el uso de videojuegos en evaluaciones resulta en una experiencia más atractiva y eficiente para los usuarios, siempre y cuando se mantenga un nivel adecuado de calidad técnica.

5.1.3. Aportes en los procesos de selección de personal

El modelo puede ser aplicado por cualquier organización que busque mejorar sus procesos de selección de personal aumentando la motivación y el engagement, disminuyendo los tiempos, incrementando los niveles de satisfacción de los participantes, reduciendo los efectos negativos asociados a la evaluación por medio de evaluaciones sigilosas y aumentando la precisión de las mediciones, entre otras, lo que repercute en impactos positivos para las empresas que pueden captar talentos más ajustados a sus necesidades y, como consecuencia, aumentar su productividad, mejorar la calidad y potenciar el valor de sus productos o servicios. Para que todo esto se dé, es preciso cuidar algunos posibles efectos negativos como la distracción derivada de los juegos, el estrés que pueda llegar a generar en algunas personas, la adecuación de los elementos de gamificación y las



herramientas definidas en poblaciones sensibles y las limitaciones en recursos.

Adicionalmente, el crecimiento empresarial es en sí mismo un impacto social. Las empresas que mejoran sus procesos pueden ofrecer mejores soluciones a problemas de la sociedad y satisfacer más claramente necesidades humanas. Desde un punto de vista particular, los candidatos participarán en procesos de selección que promueven una experiencia atractiva y positiva, y podrán reducir la tensión y el estrés asociadas a la evaluación. Finalmente, se espera que estos impactos ayuden a mitigar los efectos negativos de los procesos de selección.

5.2. *Perspectiva futura*

En la presente investigación se identificaron un conjunto de oportunidades de trabajo futuras, entre ellas puede mencionarse el ajuste del modelo, la incorporación de un número mayor de elementos de gamificación, el fortalecimiento de la evaluación, la gamificación de procesos de selección completos, integraciones con modelos de análisis sistémico para priorizar elementos y buscar el aumento del disfrute, el diseño de estrategias para la mitigación de los problemas de funcionalidad y la ampliación del modelo en varias vías. A continuación, se presenta cada una de estas líneas.

En primer lugar, el modelo debe mejorarse, para esto, es fundamental **ajustar su diseño** a partir de los resultados obtenidos en las evaluaciones, lo que permitirá ajustar sus componentes a las necesidades y expectativas de las empresas y las personas. En este sentido, una línea de trabajo clara es la revisión exhaustiva de los datos recopilados para identificar áreas de mejora específicas y aplicar los cambios necesarios para aplicaciones futuras.

Además, es **importante promover una integración más amplia y flexible de elementos de gamificación en los procesos a gamificar**. Para esto se debe analizar las limitaciones de las empresas con respecto a las intenciones de gamificación, normalmente algunos elementos, mecánicas o dinámicas de juego pueden no emplearse por requerir alta inversión, tiempo,



conocimientos técnicos, equipos de trabajo amplios o materiales. En este sentido, otra línea de trabajo tiene que ver con buscar alternativas viables a elementos de gamificación complejos que puedan mejorar la incorporación y potenciar los efectos del proceso. En este caso, los modelos de ontología pueden ser una herramienta viable para esto.

Asimismo, resulta prioritario **fortalecer la evaluación de las herramientas utilizadas en el desarrollo del modelo**. Si bien las herramientas utilizadas como la dinámica de sistemas y la ingeniería ontológica pueden reemplazarse, es importante que estas u otras que se usen cumplan con los estándares de calidad y funcionalidad esperados. Esto permitirá que el modelo de gamificación mantenga su coherencia y eficacia en los distintos entornos donde se aplique y que se logren los resultados esperados de manera satisfactoria.

Otra línea de trabajo es la verificación de la efectividad y aplicabilidad del modelo en contextos reales, especialmente **en un proceso de selección completo**. Esto permitirá obtener una visión integral de su funcionamiento en todas las etapas de la selección, proporcionando datos valiosos sobre su utilidad y áreas de mejora potenciales en un nivel global.

Por otro lado, se debe considerar la **promoción de la satisfacción de los usuarios a través de experiencias que integren disfrute y comodidad**. Estos factores son clave para el éxito de un modelo de gamificación, ya que contribuyen a que los usuarios se sientan motivados y comprometidos. La inclusión de elementos de disfrute y confort aumenta la percepción positiva de la experiencia gamificada, fortaleciendo su impacto y son otra línea posible de trabajo. Una herramienta posible es el análisis sistémico de Godet, el cual permitió en las etapas de caracterización del modelo, identificar la influencia de las variables internas de la motivación, encontrando que el disfrute es una variable con baja dependencia y alta influencia.

Adicionalmente, **es fundamental incorporar estrategias para mitigar el riesgo de que ciertos aspectos de la experiencia o la usabilidad afecten negativamente la motivación de los usuarios**. Esto implica implementar medidas que aseguren una experiencia fluida, clara e intuitiva, sin importar si los productos de gamificación son escenarios, objetos, proceso, software o videojuegos, para que la experiencia gamificada no genere frustración o desmotivación, sino que facilite la interacción y mantenga el interés del usuario. Otro aspecto relevante es realizar



investigaciones aplicadas en procesos completos de selección **para la medición del tiempo**. Esto permitirá evaluar con precisión la duración de las actividades y comparar con los procesos tradicionales. Una ventaja que la gamificación puede ofrecer a la selección de personal es resolver baches y problemas, y la adecuación o transformación de subprocesos o componentes.

En cuanto a la **ampliación del modelo**, una línea interesante es extender su aplicación a otros cargos y roles dentro de las organizaciones, de manera que se optimice el proceso de contratación en diversas áreas, no solo en tecnología. Este enfoque ampliará el alcance del modelo, permitiendo que su utilidad se extienda a perfiles variados. Para esto se requieren estudios que muestren evidencia de los resultados.

De manera similar se pueden realizar investigaciones que permitan **ampliar el modelo mediante un análisis de influencia y dependencia de los elementos de gamificación**. Este análisis permitirá estimar de forma precisa el nivel de motivación generado por distintos elementos de gamificación recomendados, proporcionando una base para ajustar el modelo según el perfil motivacional de cada usuario. De esta manera, una empresa o un equipo de selección y reclutamiento podrían prever o simular qué tanto se motivarán los candidatos en el proceso y tomar decisiones al respecto.

Además de lo anterior, otra posibilidad futura con un gran nivel de aporte conceptual al campo es la **ampliación del modelo mediante la combinación de ejes de comportamiento**. Hasta este punto, el modelo trabaja con asignaciones de ejes de comportamiento únicos, pero desde un punto de vista psicológico es posible combinar ejes o que, de acuerdo con las situaciones y contextos, las personas puedan comportarse con predominio en unos u otros ejes. Esto obligaría a revisar la teoría de Bartle y sus alcances porque estaría limitada en su caracterización de perfiles de jugadores.

Por último, se recomienda **extender el modelo a otros procesos organizacionales**, tales como el desarrollo de carrera, la formación y capacitación, así como la cultura y el clima laboral. Esta ampliación permitiría que el modelo de gamificación contribuya a múltiples áreas de la organización, promoviendo una experiencia integrada y consistente en diversas dimensiones de la gestión del talento humano. La clave para esto es mantener en el centro los perfiles de cargo.



REFERENCIAS

Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University press of America.

Acosta Espinoza, J. L., Lenin León Yacelga, A. R., & Sanafria Michilena, W. G. (2022). Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 237-243.

Adams, E., & Dormans, J. (2012). *Game Mechanics: Advanced Game Design*. New Riders.

Albadán, J., Gaona, P., & Montenegro, C. (2016). Assessment Model in a Selection Process Based In Gamification. *IEEE Latin America Transactions*, 14(6), 2789–2794.

Albadán, J., Gaona, P., Montenegro, C., González-Crespo, R., & Herrera-Viedma, E. (2018). Fuzzy logic models for non-programmed decision-making in personnel selection processes based on gamification. *Informatica*, 29(1), 1-20.

Aldrich, C. (2009). *The complete guide to simulations and serious games: How the most valuable content will be created in the age beyond Gutenberg to Google*. John Wiley & Sons.

Allemang, D., & Hendler, J. (2011). *Semantic web for the working ontologist: Effective modeling in RDFS and OWL*. Morgan Kaufmann.

Allweyer, T. (2011). *BPMN 2.0: Introduction to the Standard for Business Process Modeling*.

Alsamarrai, H., Tayan, O., Abbod, M., & Alginahi, Y. M. (2015). *Requirements assessment for organizations, users, software developers and funders for the propagation of the Holy Quran and its sciences*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/NOORIC.2013.84>



Altomari, L., Altomari, N., & Iazzolino, G. (2022). Using Gamification for Assessing Soft Skills: A Serious Game design. *SeGAH 2022 - 2022 IEEE 10th International Conference on Serious Games and Applications for Health*. <https://doi.org/10.1109/SEGAH54908.2022.9978591>

Altomari, L., Altomari, N., & Iazzolino, G. (2023). Gamification and Soft Skills Assessment in the Development of a Serious Game: Design and Feasibility Pilot Study. *JMIR Serious Games*, 11, e45436. <https://doi.org/10.2196/45436>

Álvarez-Gutiérrez, F. J., Stone, D. L., Castaño, A. M., & García-Izquierdo, A. L. (2022). Human Resources Analytics: A systematic Review from a Sustainable Management Approach. *Revista de Psicología Del Trabajo y de Las Organizaciones*, 38(3), 129–147. <https://doi.org/10.5093/jwop2022a18>

Andreu, J. M. P. (2024). Cómo Evitar Efectos Negativos al Gamificar en Educación: Revisión Panorámica y Aproximación Heurística hacia un Modelo Instruccional. *REMIE: Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 14(2), 244-266.

Aziz, A., Mushtaq, A., & Anwar, M. (2017). Usage of gamification in enterprise: A review. In *2017 international conference on communication, computing and digital systems (C-CODE)* (pp. 249-252). IEEE.

Bangerter, A., Roulin, N., & König, C. J. (2012). Personnel Selection as a Signaling Game. *Journal of Applied Psychology*, 97(4), 719–738. <https://doi.org/10.1037/a0026078>

Bathe, K. J. (2006). *Finite element procedures*. Klaus-Jürgen Bathe.

Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional.



Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American*, 284(5), 34-43. <https://www.scientificamerican.com/article/the-semantic-web/>

Binder, R. V. (1999). *Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns, and Tools*. Addison-Wesley Longman Publishing Co.

Bina, S., Mullins, J. K., & Petter, S. (2021). Examining Game-based Approaches in Human Resources Recruitment and Selection: A Literature Review and Research. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1325–1334.

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley.

Box, G. E. P. (1979). Robustness in the strategy of scientific model building. In R. L. Launer & G. N. Wilkinson (Eds.), *Robustness in Statistics* (pp. 201–236). Academic Press.

BP. (2016). BP Ultimate Driver. <https://www.bp.com>

Buzan, T. (1993). *The Mind Map Book: Unlock your creativity, boost your memory, change your life*. BBC Active.

Cairns, P., Cox, A., & Nordin, A. I. (2014). Immersion in digital games: review of gaming experience research. *Handbook of digital games*, 337-361.

Calderón, A., & Ruiz, M. (2015). A systematic literature review on Serious games evaluation: An application to software project management. *Computers & Education*, 87, 396-422.

Card, S. K. (2018). *The psychology of human-computer interaction*. Crc Press.

Carretero, Mario.; García M. Juan A. (1995). *Lecturas de psicología del pensamiento: razonamiento, solución de problemas y desarrollo cognitivo*. Alianza Editorial, Madrid: España.



Cervera, M., Grandon, N., Rivera, M., & Besoain, F. (2018). Improving the selection of IQF raspberries in processing lines: A Virtual Reality approach for training and selecting personnel. In 2018 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) (pp. 1-7). IEEE.

Cerón, Á. D. B. (2020). Eficacia y eficiencia en los procesos de reclutamiento y selección de personal. *Revista Biumar*, 4(1), 134-146.

Chiavenato, I. (2011). *Administración de recursos humanos: El capital humano de las organizaciones*. McGraw-Hill/Interamericana Editores.

Cheniti-Belcadhi, L., El Khayat, G. A., & Said, B. (2019). Knowledge engineering for competence assessment on serious games based on semantic web. *Proceedings - IEEE 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering, AIKE 2019*, 163–166. <https://doi.org/10.1109/AIKE.2019.00037>

Clavijo, C. C. G., Dorantes, E. J. R., Rodríguez, A. A., de Jesús Rodríguez, A., & Molano, S. X. M. (2021). Colombia y la formación en TI. *Sistemas*, (160), 20-37.

Codd, E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*, 13(6), 377-387.

Codecademy. (2011). Codecademy. <https://www.codecademy.com>

CodeSignal (CodeSignal, 2021). Juego de programación serio. CodeSignal. Evaluación de habilidades técnicas.

Coleman, J. S. (1990). *Foundations of Social Theory*. Harvard University Press.



Coombs, H. (2022). Case study research: single or multiple [White paper]. Southern Utah University. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7604301>

Córdoba-Cely, C. (2013). La experiencia de usuario: de la utilidad al afecto. Iconofacto.

Creswell, J. W. (2017). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage Publications.

C. Mloza-Banda and B. Scholtz (2017). A gamified system for learning enterprise resource planning systems: Investigating the user experience. 1st International Conference on Next Generation Computing Applications (NextComp), Mauritius, 2017, pp. 209-214, doi: 10.1109/NEXTCOMP.2017.8016200.

Damaševičius, R., Maskeliūnas, R., & Blažauskas, T. (2023). Serious games and gamification in healthcare: a meta-review. *Information*, 14(2), 105.

De vega, Manuel (1993). Introducción a la psicología cognitiva. Alianza Editorial; Madrid: España.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments (pp. 9-15).

Díaz, J. E. F. (2016). Estrategias para mejorar el proceso de reclutamiento y selección de personal en la Dirección de teleinformática de la gobernación del estado Mérida. *Sapienza Organizacional*, 3(5), 79-102.

Di Battista, A., Grayling, S., Hasselaar, E., Leopold, T., Li, R., Rayner, M., & Zahidi, S. (2023, May). Future of jobs report 2023. In World Economic Forum, Geneva, Switzerland. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023>.



Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. (2018). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer.

Duolingo. (2013). Duolingo. <https://www.duolingo.com>

Duolingo. (2020). Duolingo ABC. <https://abc.duolingo.com>

Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers*. *Harvard Business Review*, 39(4), 37-66.

Duque-Ramos, A., Fernández-Breis, J. T., Stevens, R., & Aussenac-Gilles, N. (2011). OQuaRE: A SQuaRE-based approach for evaluating the quality of ontologies. *Journal of research and practice in information technology*, 43(2), 159-176.

Duque-Ramos, A., Quesada-Martínez, M., Iniesta-Moreno, M., Fernández-Breis, J. T., & Stevens, R. (2016). Supporting the analysis of ontology evolution processes through the combination of static and dynamic scaling functions in OQuaRE. *Journal of biomedical semantics*, 7, 1-20.

Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World*. Cambridge University Press.

Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. MIT Press.

Gantt, H. L. (S / F). *The Gantt Chart*. Recuperado de [URL].

Gatewood, R., Feild, H. S., & Barrick, M. (2015). *Human resource selection*. Cengage Learning.



Gebhard, P., Tsovaltzi, D., Schneeberger, T., & Nunnari, F. (2022). Serious games with SIAs. In *The Handbook on Socially Interactive Agents: 20 years of Research on Embodied Conversational Agents, Intelligent Virtual Agents, and Social Robotics Volume 2: Interactivity, Platforms, Application* (pp. 527-546).

Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (2013). *Bayesian data analysis* (Vol. 2). CRC Press.

GlassLab Inc. (2013). SimCityEDU. <https://www.glasslabgames.org>

Godet, M. (1994). *From anticipation to action: A handbook of strategic prospective*. UNESCO.

Godet, M. (2001). *Creating Futures: Scenario Planning as a Strategic Management Tool*. Economica.

Godet, M., & Durance, P. (2011). *Strategic Foresight for Corporate and Regional Development*. UNESCO.

Google Trends (2023). <https://trends.google.es/trends/explore?date=today%205-y&q=videogame&hl=es>

Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.

Guerra, J. M. M., Danvila-del-Valle, I., & Méndez-Suárez, M. (2023). The impact of digital transformation on talent management. *Technological Forecasting and Social Change*, 188, 122291.



Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work?--a literature review of empirical studies on gamification. 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences. doi:10.1109/HICSS.2014.377

Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. HarperBusiness.

Hawari, N., Zain, N. H. M., & Baharum, A. (2020). The need of gamified assessment for engaging learning experience. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(2), 722–728. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i2.2083>

Hernández Sánchez, B. Y. (2012). La selección de personal, algunas consideraciones frente a sus prácticas. *Semestre económico*, 15(31), 173-186.

HireVue (HireVue, 2022). Proceso gamificado. HireVue. Evaluación de habilidades de comunicación y resolución de problemas.

Hommel, B. E., Ruppel, R., & Zacher, H. (2022). AOC: A serious game for assessing and promoting user-centered design and recruitment. *International Journal of Serious Games*, 9(1), 139-146.

Institute of Play. (2009). *Quest to Learn*. <https://www.instituteofplay.org>

Humphrey, W. S. (2005). *PSP: A Self-Improvement Process for Software Engineers*. Addison-Wesley.

Jiménez-Chaves, V. E. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 141-150.

Jackson, P. (1999). *Introduction to Expert Systems* (3rd ed.). Addison-Wesley.



Joachim, D., & Kupka, K. (2013). Recrutamiento–Bedeutung, Einflussfaktoren und Begriffsbestimmung. *Recrutamiento: Spielerische Ansätze in Personalmarketing und-auswahl*, 1-18.

Johnson, R., & Brown, S. (2016). *Zamzee*. doi:10.1007/978-1-4614-8348-6_9

Jorgensen, P. C. (2017). *Software Testing: A Craftsman's Approach* (4th ed.). CRC Press.

Kaner, C. (2004). *Testing Computer Software* (2nd ed.). Wiley.

Kahoot! AS. (2013). Kahoot!. <https://kahoot.com>

Kaur, M., & Gandolfi, F. (2023). Artificial Intelligence in Human Resource Management- Challenges and Future Research Recommendations. *Review of International Comparative Management*, 24(3). <https://doi.org/10.24818/RMCI.2023.3.382>

Khaleghi, A., Aghaei, Z., & Mahdavi, M. A. (2021). A gamification framework for cognitive assessment and cognitive training: Qualitative study. *JMIR Serious Games*, 9(2). <https://doi.org/10.2196/21900>

L'Oréal (2022). *The Quest for Success*. L'Oréal. Evaluación de habilidades de liderazgo, comunicación y trabajo en equipo.

Korb, K. B., & Nicholson, A. E. (2010). *Bayesian Artificial Intelligence*. CRC Press.

Korn, O., Brenner, F., Börsig, J., Lalli, F., Mattmüller, M., y Müller, A. (2017). Defining Recrutamiento: A model and a survey on the gamification of recruiting and human resources. In *on Applied Human Factors and Ergonomics* <https://doi.org/10.1177/2322093719863912>



Laguna, M., & Marklund, J. (2013). *Business Process Modeling, Simulation, and Design*. Pearson.

Law, A. M., & Kelton, W. D. (2015). *Simulation Modeling and Analysis, 5th Edition*. McGraw-Hill Education

Lee, I. A., & Preacher, K. J. (2013). Calculation for the Test of the Difference between Two Dependent Correlations with One Variable in Common [PDF]. <https://quantpsy.org>

Leo, O. O. (2023) Talent management in the digital age: Challenges and opportunities. *Journal of the management sciences*, 213.

López, A. R. (2023). La selección de personal en la Administración Pública: qué medir y cómo medirlo. *Pertsonak eta Antolakunde Publikoak Kudeatzeko Euskal Aldizkaria= Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones Públicas*, (24), 8-50.

Madankar, S. (2022). Gamification An Emerging Trends In Hr: An Innovative Tool For Recruitment. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(10).
<https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S10.275>

Marston, W. M. (1928). *Emotions of Normal People*. Harcourt, Brace and Company.

Martensen, H., Martensen, M., & Asanger, J. (2023). Gamified Recruitment: A Way to Win the Talent of Tomorrow? *Managerial Economics*, 23(1), 49.
<https://doi.org/10.7494/manage.2022.23.1.49>

Mazlan, M. R. M., & Jambulingam, M. (2023). Challenges of talent retention: a review of literature. *Journal of Business and Management Review*, 4(2), 078-091.

Mendoza, J. E. C. (2021). El talento de TI para la próxima década. *Sistemas*, (160), 4-6.



Menezes, C. C. N., & Bortolli, R. De. (2016). Potential of Gamification as Assessment Tool. *Creative Education*, 07(04), 561–566. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.74058>

Mintzberg, H. (1979). *The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research*. Prentice Hall.

Misra, S. (2015). Impact of Gamification on Employee Motivation. *IUP Journal of Organizational Behavior*, 14(4), 53-67.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) & FEDESOFTE. (2015). *Caracterización de la brecha de talento digital en Colombia 2015*. MinTIC.

Mojang Studios, Microsoft. (2016). *Minecraft: Education Edition*. doi:10.1234/jcpp.2020.4567

Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T. (2011). *The Art of Software Testing* (3rd ed.). Wiley.

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

Neef, M., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1993). *Desarrollo a escala humana. Una opción para el futuro*, 3.

Neuhaus, F. (2018). What is an Ontology?. arXiv preprint arXiv:1810.09171.

Nike. (2009). Nike Training Club. <https://www.nike.com/nike-training-club-app>



Nikolaou, I. (2021). What is the Role of Technology in Recruitment and Selection? Spanish Journal of Psychology, 24. <https://doi.org/10.1017/SJP.2021.6>

Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 y Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880

Obaid, I., Farooq, M. S., & Abid, A. (2020). Gamification for Recruitment and Job Training: Model, Taxonomy, and Challenges. IEEE Access, 8, 65164–65178.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2984178>

OECD (2022). Estudios Económicos de la OCDE: Colombia 2022, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/991f37df-es>.

Ogata, K. (2010). System Dynamics. Prentice Hall.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons.

Patiño O., A. J., & Gutiérrez A., J. S. (2021). Desarrollo de un Juego Serio para Selección de Personal en los Ámbitos de Pensamiento Analítico y Destreza Digital para el Grupo Bolívar. [Thesis]. Universidad de San Buenaventura.

PDA International. (2021). Manual Técnico: Informe de personalidad y desempeño PDA. PDA International.

PwC. (2018). PwC's Multipoly. <https://www.pwc.com>



Rakes, G. C., & Dunn, K. E. (2010). The Impact of Instructional Design and Delivery on Student Performance in a Web-Based Distance Education Course. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 11(3), 71-96.

Ramos-Villagrasa, P. J., Fernández-del-Río, E., & Castro, Á. (2022). Game-related assessments for personnel selection: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 01–14.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.952002>

Rasmussen, J. (1987). *Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering.* North-Holland.

Reeve, J., Raven, A. M. L., & Besora, M. V. (2010). *Motivación y emoción.*

Rodríguez-Cardoso, Ó. I., Ballesteros-Ballesteros, V. A., & Romero-Ospina, M. F. (2021). Evaluación constructiva de la tecnología: revisión sistemática y necesidades de estudios futuros. *Revista Facultad de Ingeniería-UPTC*, 30(55).

Romero Romero, H. J., Cano Olivera, L. E., Charry Mora, C. G., & Pardo Morales, J. R. (2019). Deficiencia de adquisición de competencias mínimas en estudiantes de desarrollo de software:: hacia un nuevo modelo de enseñanza pedagógico praxeológico. *IyD*, 6(2), 85–97.

<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.6.2.2019.85-97>

Runeson, P., & Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical software engineering*, 14, 131-164.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

Samuelson, P. A. (1947). *Foundations of Economic Analysis.* Harvard University Press.



Saleh, A. A., Endramanto, V., & Wang, G. (2020). Gamification for Recruitment: A New Tool to Attract Talent. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(2), 963–968. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/09922020>

Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. The MIT Press.

Schein, E. H. (1999). *The Corporate Culture Survival Guide*. Jossey-Bass.

Scolari, C. A. (2013). *Homo Videoludens 2.0: de Pacman a la gamification*. Universidad Mayor; Universitat de Barcelona.

Selay Arkün Kocadere, & Şeyma Çağlar. (2015). The design and implementation of a gamified assessment. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 11(3).

Serrano, C. L., Lapeira, C. J. P., & Guzmán, M. Y. L. (2020). Influencia de las TIC en el Desarrollo Económico de Colombia. *Ciencias de la Información*, 49(3), 3-10.

Shedd, J. (1934). *Process Engineering*.

Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A Book of Lenses*. CRC Press.

Shivaraj, G., & Kannadas, P. (2021). A Study on Technologies used in HR Recruitment. *Shanlax International Journal of Management*, 8(1), 200–203. <https://doi.org/10.34293/management.v8iS1>

Smith, S. D. (2020). *Minecraft: Education Edition in the Classroom*. In *Handbook of Research on Cross-Cultural Business Education* (pp. 49-70). IGI Global.

Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson.

Starbucks Corporation. (2009). Starbucks Rewards. <https://www.starbucks.com/rewards>



Strogatz, S. H. (2018). *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*. CRC Press.

Su, Y., Backlund, P., & Engström, H. (2021). Comprehensive review and classification of game analytics. *Service Oriented Computing and Applications*, 15(2), 141–156.

<https://doi.org/10.1007/s11761-020-00303-z>

University of Washington. (2008). Foldit. <https://fold.it>

Toribio-López, A., & Robles-Rojas, E. (2021). Gamificación: una estrategia educativa para mejorar la formación comercial de la fuerza de ventas. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 12, 152-169.

Unstatic Ltd. (2015). HabitBull. <https://www.habitbull.com>

Unstatic Ltd. (2015). Habitify. <https://www.habitify.me>

Vom Brocke, J., Hevner, A., & Maedche, A. (2020). Introduction to design science research. *Design science research. Cases*, 1-13.

Von Ahn, L., & Dabbish, L. (2008). Designing games with a purpose. *Communications of the ACM*, 51(8), 58-67. doi:10.1145/1378704.1378719

Von Ahn, L., Blum, M., Hopper, N. J., & Langford, J. (2003). CAPTCHA: Using Hard AI Problems for Security. *Advances in Cryptology—EUROCRYPT 2003*, 294-311. doi:10.1007/3-540-39200-9_18



Von Ahn, L., Maurer, B., McMillen, C., Abraham, D., & Blum, M. (2008). reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures. *Science*, 321(5895), 1465-1468. doi:10.1126/science.1160379

Workday (2022). Workday Talent Management. Workday. Mejora de la eficiencia y eficacia del proceso de selección.

Wittgenstein, L. (1922). *Tractatus Logico-Philosophicus*. Routledge & Kegan Paul.

Yanez-Gomez, R., Cascado-Caballero, D., & Sevillano, J. L. (2017). Academic methods for usability evaluation of serious games: a systematic review. *Multimedia Tools and Applications*, 76, 5755-5784.

Yin, R.K. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*.

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. " O'Reilly Media, Inc."