

# Estudio Secundario sobre Factores Humanos vinculados con el constructo de la Deuda Técnica

## *Secondary Study on Human Factors linked to the construct of Technical Debt*

**Resumen** — Como objetivo del estudio se propuso analizar los estudios primarios publicados de 2013 a 2023 en torno a la temática antes descrita, y con ello establecer una especie de estado del arte guiado tres preguntas de investigación: tendencias en investigación sobre el tema, metodologías de investigación utilizadas y factores humanos vinculados con el fenómeno de la Deuda Técnica. Los resultados permiten concluir que de 2019 a 2023 se presentó un interés creciente en la investigación en el tema, no obstante, la mayoría de los estudios publicados son de carácter exploratorio. Por otro lado, de análisis de los 72 estudios Primarios seleccionados, los autores identificaron un conjunto de 67 aspectos humanos diferenciados vinculados con la Deuda Técnica, los cuales fueron clasificados en 11 categorías, siendo la presión del tiempo el factor más citado y el de Actitud la categoría más recurrida.

**Palabras clave** – *Deuda Técnica, Factores Humanos, Revisión Sistemática de la Literatura.*

**Abstract** —The aim of the study was to analyze the primary studies published from 2013 to 2023 around the topic described above, and thereby establish a kind of state of the art guided by three research questions: trends in research on the topic, research methodologies used, and human factors linked to the phenomenon of Technical Debt. The results allow us to conclude that from 2019 to 2023 there was a growing interest in research on the topic; however, most of the published studies are of an exploratory nature. On the other hand, from the analysis of the 72 selected Primary studies, the authors identified a set of 67 differentiated human aspects linked to Technical Debt, which were classified into 11 categories, with time pressure being the most cited factor and Attitude the most frequently used category.

**Keywords** – *Human Factors, Systematic Literature Review, Technical Debt.*

### I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Ingeniería del Software (IS) cuenta con un cuerpo de conocimientos ampliamente reconocido [1], no obstante, desde su concepción como disciplina ingenieril ha mantenido una dinámica de mejora continua en torno a las buenas prácticas, técnicas, métodos, modelos, incluso hoy día se busca la incorporación de conocimientos de otras disciplinas para generar artefactos híbridos como apoyo al proceso ingenieril.

Los procesos de desarrollo, operación y mantenimiento del software han sido analizados desde diversas perspectivas, sin embargo, el aspecto social intrínseco de la disciplina [2] ha llevado a considerar el uso de métodos empíricos para la tarea de investigación [3]; métodos con los cuales se generen hallazgos que permitan reducir la brecha entre la investigación y la práctica.

Uno de los constructos que resulta de particular interés para los autores, es el conocido como “Deuda Técnica (DT)”, el cual podemos describirlo como: procesos de desarrollo de software que conscientemente generan artefactos incompletos o, en su caso, que evitan determinadas tareas, con la intención de priorizar otros artefactos u otras actividades.

El objetivo del presente artículo es presentar un estado del arte sobre dicho constructo, en particular, resulta de interés identificar los factores o aspectos humanos que inciden en el fenómeno de la Deuda técnica que se presenta en los procesos de la Ingeniería del software.

### II. DEUDA TÉCNICA

El termino de “deuda” en el área de software fue mencionado por primera vez por Cunningham [4]; en dicho reporte el autor comenta que el “endeudarse” con código inmaduro en pequeñas cantidades acelera el desarrollo y no perjudica las expectativas del cliente, siempre y cuando se “pague” con reescritura lo más pronto posible, ya que si esta

no se paga a tiempo o nunca se paga generará “intereses” por cada minuto gastado en código no del todo correcto, debido a que es más difícil de manejar. Como se pudo ver anteriormente, este término es toda una metáfora que hace alusión a la deuda financiera.

Aunque inicialmente se hablaba de DT en la fase de codificación, actualmente el termino es aplicable a todas las fases del proceso software, de hecho, se dice que aplica a todo lo relacionado y que tenga cierto impacto en el ciclo de vida de un proyecto de desarrollo de software [5]. Una de las clasificaciones más conocidas es la propuesta por Alves et al en [6], dichos autores identificaron 15 tipos de DT:

- **Diseño:** Es la deuda que se puede identificar analizando o inspeccionando el código fuente y así cumplir con los estándares de un buen diseño.
- **Arquitectura:** Son los problemas relacionados con la arquitectura del producto, por ejemplo, cuando se tienen violaciones al principio de la modularidad.
- **Documentación:** Son problemas vinculados con la documentación del software, tales como cuando no se realiza de manera adecuada. o cuando no se documenta algún cambio realizado.
- **Pruebas:** Son los problemas que pueden afectar la calidad de las actividades de pruebas; se pueden verificar comparando lo planificado con los resultados.
- **Código:** Son los problemas que se encuentran en el código fuente y que pueden afectar la legibilidad del código y con ello dificultar su mantenimiento.
- **Defectos:** Son identificados por actividades de prueba o por reportes realizados por los usuarios, los cuales se sabe que por Gestión de la Configuración se deben corregir, pero que tuvieron que ser pospuestas debido a recursos limitados o prioridades contrapuestas.
- **Requisitos:** Se refiere a los atajos utilizados en el proceso de realización de los requisitos solicitados.
- **Infraestructura:** Son aquellos problemas en la infraestructura, tales como retrasar actualizaciones o soluciones de infraestructura, los cuales pueden retrasar o dificultar algunas actividades de desarrollo.
- **Personas:** Son vinculados con las personas, tal como la especialización concentrada en muy pocas personas como consecuencia del retraso en el entrenamiento y/o contratación, los cuales pueden retrasar o dificultar algunas actividades de desarrollo.
- **Pruebas automatizadas:** Es el trabajo involucrado en la automatización de pruebas de funcionalidad previamente desarrollada para soportar la integración continua y ciclos de desarrollo más rápidos.
- **Procesos:** Hace referencia a todos aquellos procesos que son ineficientes.
- **Construcción:** Provoca que la tarea de construcción sea más difícil y consume más tiempo, por ejemplo: código innecesario para aportar valor al cliente y ejecución de dependencias mal definidas.
- **Servicio:** Utilización de servicios web de manera innecesaria o inapropiada en un sistema, lo que provoca que el sistema no funcione de la forma correcta y esperada.

- **Usabilidad:** Son las decisiones de usabilidad inapropiadas que se dejan para su análisis a futuro.
- **Versiones:** Aquellos problemas en el control de versiones del código fuente.

Independientemente del tipo, la DT se refiere a artefactos incompletos y actividades subóptimas, pero no se dice si esto es realizado a propósito o por accidente; en este sentido, de acuerdo con [7] la DT se puede clasificar en dos tipos:

- **No Intencional:** Se refiere a la incompetencia, poco cuidado y atención de los involucrados en el proyecto, es decir, es el resultado no estratégico de realizar de manera incorrecta un trabajo, el cual no se es consciente de su existencia [8].
- **Intencional:** En la intencional se toma la decisión consciente de incurrir en la deuda para poder obtener un beneficio en un cierto plazo de tiempo [9].

### III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Un Estudio Secundario permite identificar, evaluar e interpretar los resultados de la investigación disponible en la literatura en torno a una temática de interés, en particular, se construyen preguntas de investigación vinculadas con algunas características de interés para los autores, en torno a la temática o fenómeno del estudio. Para la realización del estudio se utilizó como referencia la metodología propuesta en [10] para realizar una Revisión Sistemática de Literatura (RSL), en particular para el área de la Ingeniería de Software. Las actividades de que consta dicha metodología son:

#### A. Planificación del Estudio

- Formulación las preguntas de investigación.
- Diseño del protocolo para la revisión.
- Validación del protocolo de la revisión.

#### B. Realización del estudio

- Selección los estudios primarios relevantes.
- Evaluación la calidad de los estudios primarios.
- Extracción de los datos relevantes.
- Síntesis los datos extraídos.

#### C. Reporte de hallazgos

- Elaboración el informe de la revisión.

### IV. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La RSL tiene como objetivo recopilar y sintetizar información relacionada con los factores humanos vinculados con el fenómeno de la DT en los Procesos de la Ingeniería del Software; adicionalmente, es de interés identificar el comportamiento y la manera de abordar la investigación sobre el tema de la DT.

#### A. Preguntas de investigación

Con el objetivo realizar una recopilación del cuerpo de conocimiento generado en los últimos veintidós años referente a los aspectos sociales involucrados en la

priorización de requisitos, se plantearon las siguientes Preguntas de Investigación (PI) que servirán de guía para este estudio.

**PI1.** ¿Cuál ha sido el comportamiento de la investigación en el tema de la DT en la ventana de tiempo de 2013 a 2023?

**PI2.** ¿Cuáles son los métodos de investigación utilizados en los estudios reportados en torno a la DT en la ventana de tiempo de 2013 a 2023?

**PI3.** ¿Cuáles son los factores humanos reportados como aspectos que inciden en la DT, en los estudios publicados en la ventana de tiempo de 2013 a 2023?

#### B. Selección de fuentes

En virtud de que el presente estudio se derivó de los hallazgos de un estudio terciario previamente realizado [x] se seleccionaron las mismas Bases de Datos: (1) *IEEE Xplore*, (2) *ACM Digital Library*, (3) *ScienceDirect* y (4) el repositorio *Google Scholar*; sin embargo, para tener un alcance más amplio en la recolección de los estudios primarios y así obtener una mejor comprensión de los temas interesados, se decidió agregar *SpringerLink* a la lista de BD.

#### C. Creación de la cadena de búsqueda

Con base en el marco teórico establecido, el análisis de los estudios previos, así como con las PI acordadas, se identificaron un conjunto términos que fueron utilizados, en conjunto con conectores lógicos, para crear una cadena de búsqueda, la cual pudiera ser configurada posteriormente, en función de las características de cada una de las BD seleccionados. La cadena de búsqueda genérica es la siguiente:

"Technical debt" AND ("Human factors" OR "Human aspects" OR "Behavioral software engineering" OR "Affective states")

#### D. Criterios de inclusión y de exclusión

Con el propósito de seleccionar los estudios pertinentes para dar respuesta a las PI, se establecieron un conjunto de criterios de Inclusión (CI) y de Exclusión (CE).

CI:

- CI1. Estudios primarios vinculados con el tema de Factores Humanos que inciden en la Deuda Técnica en el contexto de la Ingeniería de Software.
- CI2. Artículos de investigación empírica publicados en revistas especializadas.
- CI3. Artículos de investigación empírica publicados en memorias de eventos especializados (Con excepción de GoogleScholar).
- CI4. Artículos de investigación empírica publicados en el repositorio arXiv. (Solo para GoogleScholar)
- CI5. Artículos publicados en la ventana de tiempo entre 2013 y 2023.
- CI6. Artículos publicados en idioma inglés.

Cabe aclarar que el CI3 no aplica para el repositorio *Google Scholar*, ya que este al buscar en diferentes BD se obtienen demasiados resultados y no permite filtrar de

manera correcta por el tipo de publicación, lo que dificulta la búsqueda. Además, se agregó únicamente para este repositorio el CI4, debido a que se obtienen numerosos documentos que no se encuentran revisados por pares (Preprint) de diversos repositorios que se dedican a la publicación de estos, por lo que elegimos utilizar únicamente los documentos de este tipo que provengan del repositorio arXiv, ya que es bastante conocido y reducir la búsqueda.

CE:

- CE1. Reportes de estudios duplicados (se mantendrá el encontrado en la Base de Datos original).
- CE2. Reportes que hacen referencia al mismo estudio (se seleccionara el estudio más completo).

#### E. Evaluación de la calidad de los Estudios Primarios.

Con el objetivo de establecer una calificación para dar prioridad a ciertos estudios al momento de revisarlos y tomar en cuenta sus hallazgos sobre otros, se planificó una evaluación de la calidad de los estudios que fuesen seleccionados. Como instrumento de evaluación se tomó como referencia el propuesto en [12] con ligeras modificaciones en las definiciones de los criterios, preguntas y forma de validación.

Los criterios considerados en dicho instrumentos son: Calidad del informe, Rigor, Credibilidad y Relevancia; se estableció que dichos criterios fueran valorados a través de un total de 11 preguntas que se podrán responder —en función del grado de cumplimiento de la propiedad evaluada— como: cumple totalmente, parcialmente o no cumple. A cada respuesta se le asignó una puntuación para poder evaluar el estudio de manera cuantitativamente (1, 0.5 y 0 respectivamente). La Tabla 1 presenta la valoración cualitativa definida en función de la valoración obtenida.

Cabe resaltar que en caso de que algún estudio sea valorado como de calidad "No Satisfactoria", no se descartará o no se tomará en cuenta, simplemente como se explicó anteriormente, se dará prioridad a los de mejor calidad, ya que la información de estos puede ser relevante a pesar de su calidad.

TABLA I. VALORACIÓN POR ESTUDIO PRIMARIO SELECCIONADO

Valoración Cualitativa	Valoración Cuantitativa
Excelente	$X \geq 9$
Buena	$7 > X < 9$
Satisfactoria	$5 > X < 7$
No satisfactoria	$X < 5$

#### F. Extracción y análisis de Datos.

Se utilizará el Análisis Temático como método para extraer y analizar la información; en particular se utilizará como guía la propuesta de [13]; dicho implica identificar y codificar los temas principales de los estudios primarios y resumir los resultados bajo los títulos temáticos [14].

De acuerdo con [13] los pasos a seguir son: Extraer los datos, Codificar los datos, Traducir los códigos a temas, Crear un modelo de temas de orden superior y Evaluar la confiabilidad de la síntesis.

## V. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

### A. Selección de los Estudios Primarios

Con base en los elementos descritos en la sección previa, se configuraron las cadenas de búsqueda de acuerdo con las características de los manejadores de cada una de las cuatro BD y el repositorio seleccionado. Las cadenas finales utilizadas se presentan en la Tabla II.

TABLA II. CADENA DE BUSQUEDA CONFIGURADA SEGÚN LA BD

BD	Cadena Configurada
IEEE Xplore	"All Metadata":"technical debt" AND ("All Metadata":"human factors" OR "All Metadata":"human aspects" OR "All Metadata":"behavioral software engineering" OR "All Metadata":"affective states")
ACM DL	AllField:("technical debt") AND AllField:("human factors" OR "human aspects" OR "behavioral software engineering" OR "affective states")
ScienceDirect	"technical debt" AND ("human factors" OR "human aspects" OR "behavioral software engineering" OR "affective states")
SpringerLink	"technical debt" AND ("human factors" OR "human aspects" OR "behavioral software engineering" OR "affective states")
Google Scholar	"technical debt" AND ("human factors" OR "human aspects" OR "behavioral software engineering" OR "affective states")

Una vez configuradas las cadenas de búsqueda para cada caso, se ejecutaron y se obtuvieron en la mayoría grandes conjuntos de estudios de todos los tipos, tal y como se puede observar en la Tabla III en la primera parte llamada “Búsqueda”, ya que aún no se han aplicados los criterios de inclusión y exclusión.

TABLA III. # DE EPS POR BD Y ETAPA DEL PROCESO DE SELECCIÓN

Base de datos	Resultados	Criterios Inclusión	Criterios de Exclusión
IEEE Xplore	14	6	5
ACM-DL	149	24	22
ScienceDirect	80	12	12
SpringerLink	316	11	10
Google Scholar	1,890	44	23

Con dichos resultados, se procedió a aplicar los CI. Primero se descartaron los estudios que no entran dentro del rango de años (2013 - 2023) y lugar publicado (Revista o Memoria) utilizando las herramientas para filtrar que proporcionan las BD; después se procedió a determinar los otros CI realizando lecturas rápidas a los documentos para determinar que se cumpla con dichos criterios. En la Tabla III

se pueden observar los resultados que se obtuvieron para cada BD luego de aplicar los CI.

Finalmente, se aplicaron los CE; en Google Scholar se excluyeron más artículos, ya que como se busca en diferentes BD, en muchos casos se tienen algunos resultados iguales. La tabla III en la cuarta columna se pueden observar los resultados que se obtuvieron para cada BD después de aplicar dichos criterios.

Al final de todo el proceso de selección se obtuvieron un total de 72 Estudios Primarios Seleccionados (EPS) que cumplen con todos los criterios necesarios.

### B. Evaluación de la calidad de los EPS

Con la valoración de la calidad a los 72 EPS mediante el instrumento adaptado de [12] a cada estudio se le otorgo una calificación según la propuesta de la Tabla I.

La Figura 1 permite identificar que la mayoría de los estudios primarios seleccionados, tienen una calidad valorada como Excelente, siendo estos poco más de la mitad (39); Por otro lado, las categorías Buena y Satisfactoria, tienen 26 y 7 estudios respectivamente.

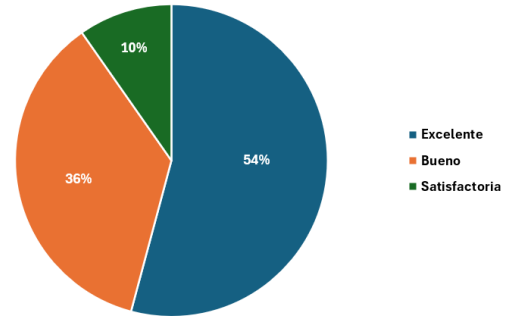


Figura 1. % de EPS de acuerdo con su valoración cualitativa.

## VI. HALLAZGOS DE LA REVISIÓN

En esta sección se presentan los hallazgos de la RSL realizada a los 72 EPS; para ello se dará respuesta a las preguntas investigación que se reportan en el presente artículo:

**P11.** ¿Cuál ha sido el comportamiento de la investigación en el tema de la DT en la ventana de tiempo de 2013 a 2023?

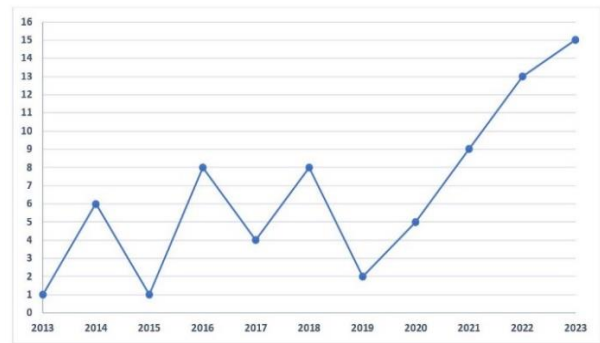


Figura 2. Frecuencia por año de los EPS en la ventana de 2013 a 2023

Como se puede observar en la figura 2, los primeros 7 años en la ventana de tiempo, no hubo una tendencia en investigación en torno a la temática de interés, los picos más altos se observan en los años 2016 y 2018 con 8 publicaciones en cada año, peor también se observa que en 2013 y 2015 se publicó un solo artículo en ambos años. No obstante, de 2019 a 2023 si observamos una clara tendencia creciente en el interés por investigar sobre el tema de la DT y su relación con los Factores Humanos.

**PI2.** ¿Cuáles son los métodos de investigación utilizados en los estudios reportados en torno a la DT en la ventana de tiempo de 2013 a 2023?

En la Figura 3 se ilustra la distribución porcentual de los diferentes métodos de investigación que son utilizados por los EPS.

El tipo de método más utilizado, siendo más de una cuarta parte del total, es el Estudio de Caso con 23 estudios, siendo el segundo lugar el de tipo Encuesta con 20 EPS; por lo anterior se puede decir que la mayoría de los estudios realizados tienen un objetivo de tipo exploratorio.

Por su parte, los métodos menos recurridos son la Investigación – Acción y el Multimétodo, con 2 y 3 EPS respectivamente, los cuales buscarían mejoras a los procesos en los que la DT es incorporada consciente o inconscientemente.

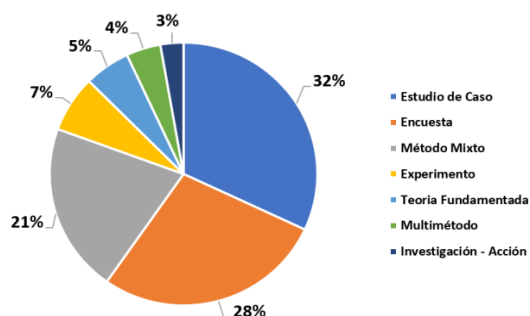


Figura 3. % de EPS de acuerdo con el método de investigación utilizado.

**PI3.** ¿Cuáles son los factores humanos reportados como aspectos que inciden en la DT, en los estudios publicados en la ventana de tiempo de 2013 a 2023?

De análisis de los 72 EPS se identificaron 67 factores o aspectos humanos diferenciados, los cuales fueron clasificados por los autores en 11 categorías; dichas categorías son descritas a continuación:

- **Experiencia:** Factores que se obtienen y mejoran de manera empírica.
- **Conocimiento:** Información adquirida a través del aprendizaje y la educación sobre diferentes temas
- **Comunicación Interna:** Es la comunicación que ocurre entre las diferentes partes que conforman una organización, es decir, dentro de la empresa.

- **Comunicación Externa:** Es la comunicación que ocurre entre la organización y participantes externos a ella (clientes, usuarios, subcontratistas, entre otros).
- **Actitud:** Comportamiento o forma de ser de un individuo.
- **Creencias:** Ideas comunes que son percibidas por las personas
- **Sentimientos:** Se refiere al estado de ánimo de un individuo vinculado con el proceso, en función de sus emociones.
- **Error:** Acción desacertada o equivocada cometida por un individuo.
- **Sesgo Cognitivo:** De acuerdo con [15] representan desviaciones sistemáticas de la respuesta óptima que influyen en la forma en que encontramos, evaluamos y recordamos la información.
- **Relación Interpersonal:** Se refiere a los vínculos entre dos o más personas.
- **Salud:** Bienestar físico y/o mental de un individuo vinculado con el proceso.

Los factores identificados y considerados en cada una de las categorías, son los siguientes:

#### A. Experiencia.

- **Experiencia en el desarrollo de software:** Se refiere a la experiencia obtenida a través de la práctica en ciertas actividades de desarrollo de software [16].
- **Experiencia del equipo:** La experiencia de trabajo en conjunto entre los miembros del equipo.
- **Experiencia del contexto del proyecto:** Antigüedad que se ha obtenido a lo largo de trabajar en un sistema o proyecto [17-18].

#### B. Conocimiento.

- **Conocimiento Técnico:** Conocimiento de las actividades, tareas, artefactos y cualquier cosa relacionada con el desarrollo de software [16].
- **Conocimiento de la tecnología:** Conocimiento sobre el uso, el funcionamiento o el propósito de una tecnología en particular [16].
- **Educación sobre Sesgo:** Conocimiento sobre los sesgos cognitivos y su posible impacto [19].
- **Conocimiento sobre DT:** Conocer la definición de DT, así como su tipología.
- **Profesionales cualificados:** Profesionales preparados para realizar una determinada actividad o para llevarla a cabo [16].
- **Conocimiento del dominio:** Conocimientos sobre las especificaciones funcionales, técnicas, operativas y cualquier cosa relacionada con un proyecto en específico [16].
- **Habilidades:** Las competencias y capacidades necesarias de una persona para llevar a cabo una tarea o actividad de manera competente y efectiva.
- **Entendimiento:** Se refiere a la comprensión que se tiene sobre algún proceso, actividad, tarea, código, documento, componente, artefacto, entre otros.

- Rol: Es la función específica que se desempeña, el cual tiene un conjunto de conocimientos, responsabilidades y tareas asociada.

#### C. Comunicación Interna.

- Comunicación del equipo: Se refiere a la forma de dialogar, discutir e interactuar entre los miembros de un equipo.
- Compartir conocimientos: Compartir los conocimientos entre los miembros del equipo, como explicar cómo funciona algo o cómo realizar alguna actividad [16].
- Coordinación entre equipos: Es la colaboración entre diferentes equipos de la organización.
- Política y burocracia: Llegar acuerdos y decisiones a través de discusiones y conversaciones [20].
- Confianza en el equipo de desarrollo: La confianza que existe entre los integrantes de un equipo.

#### D. Comunicación Externa.

- Transparencia entre el cliente y el equipo de desarrollo: Confianza del cliente sobre las actividades desarrolladas por el equipo [16].
- El cliente no conoce sus propias necesidades: Los clientes no saben lo que quieren o necesitan, lo que dificulta la recopilación de requisitos y la definición del proyecto [16].
- El cliente no escucha al equipo del proyecto: Ocurre cuando el cliente es terco e insiste en algo que el equipo del proyecto no recomienda [16].
- Comunicación con los clientes/usuarios: Mantener informados y en constante comunicación con los usuarios y clientes, además de comprender sus necesidades.

#### E. Actitud.

- Compromiso: Es el esfuerzo y la participación de los interesados para cumplir con las tareas y obligaciones que se les asignan.
- Disgusto por actividades: A algunas personas no les gusta realizar ciertas actividades en el proceso de desarrollo [16].
- Interés en adquirir conocimientos: Interés de las personas en la búsqueda de conocimientos para desarrollar nuevas habilidades [16].
- Motivación: Impulso de las personas para seguir trabajando en un proyecto o empresa en particular [16].
- Escrupulosidad: Personas que se esfuerzan y pueden describirse como prudentes, organizadas, disciplinadas y confiables [21].
- Incentivos: Recompensas que se otorgan para estimular el trabajo.
- Interés en hacerlo bien: Conducta de realizar las tareas y actividades de la forma debida.
- Pereza: Elegir las soluciones que creen que harían el trabajo lo más fácil y rápido posible [22].
- Crecimiento personal: Esforzarse por aprender nuevas cosas para seguir desarrollando sus carreras.

- Responsabilidad: Interés por el trabajo de otros compañeros y el propio.
- Disciplina: Mantenerse enfocado, seguir reglas y persistir en la realización de tareas.
- Ego: Exceso de autoestima [23].
- Confianza: Seguridad que se tiene sobre algo.
- Conducta: Manera con que las personas se comportan en su vida y acciones [23].
- Liderazgo: Guiar a las demás personas con un propósito.
- Apertura a la experiencia: Las personas son imaginativas, creativas, individualistas, inconformistas y conscientes de sus sentimientos [21].
- Enfoque de prevención: Ser cuidadoso, cauteloso y orientado a evitar pérdidas como resultados negativos [21].
- Preocupación individual: Decidirse por soluciones que se ajusten únicamente a los conocimientos, habilidades y perspectivas personales sin tomar en cuenta a otros participantes [24].

#### F. Creencias.

- Ideas preconcebida: Factores y afirmaciones que las personas no pueden explicar y consideraban de conocimiento común [25].
- Cultura: Forma de trabajar y pensar dependiendo del contexto en el que se encuentre, priorizando cosas diferentes.
- Importancia: Reconocer, comprender y ser consciente de la importancia de las tareas, actividades, artefactos, características, entre otros.

#### G. Sentimientos.

- Presión del tiempo: Sensación de tener que cumplir con plazos y entregas [16].
- Estabilidad emocional: Personas tranquilas y libres de un mal humor persistente [21].
- Presión emocional: Tensión o estrés psicológico que una persona experimenta debido a diversas circunstancias o factores en su vida.
- Presión empresarial: Sensación de satisfacer las necesidades de las partes interesadas o cumplir los compromisos asumidos con ellos [26].
- Miedo: Angustia a que suceda algo contrario a lo deseado [23].
- Empatía: Capacidad de identificarse con alguien y compartir sus sentimientos [23].

#### H. Errores.

- Pensar erróneamente: Formar o combinar ideas o juicios de forma incorrecta en la mente [23].
- Olvido: Dejar de tener en cuenta algo [23].
- Imprudencia: Decisiones apresuradas [27].
- Malinterpretación: Interpretaciones diferentes de una misma información o suposiciones erróneas [20].
- Fallo: Equivocarse haciendo algo o sobre algo.

### *I. Sesgo Cognitivo [17].*

- Sesgo de Preconcepción: Tendencia a seleccionar acciones basadas en modelos mentales preconcebidos para la tarea en cuestión.
- Sesgo de Propiedad: Ocurre cuando los desarrolladores dan un peso indebido a los artefactos que ellos mismos crean o que ya poseen, lo que reduce la posibilidad de que otras opciones se evalúen objetivamente.
- Sesgo de Fijación: Anclar los esfuerzos de resolución de problemas en supuestos iniciales, y no modificar dicho anclaje lo suficiente a la luz de la información añadida o de la evidencia contradictoria.
- Sesgo de Recurrir al Incumplimiento: Ocurre cuando los desarrolladores eligen opciones fácilmente disponibles basándose únicamente en su estado como predeterminado, o la tendencia a preferir las condiciones actuales sin tener en cuenta la aplicabilidad o la idoneidad.
- Sesgo de Optimismo: Ocurre cuando las personas confían demasiado en sus habilidades, o cuando se sobreestima la probabilidad de un resultado favorable.
- Sesgo de Conveniencia: Suposición de que existen causas simples para cada problema, y la predisposición a tomar las vías aparentemente más rápidas o simplistas para la solución.
- Sesgo de Acción Subconsciente: Transferencia de la evaluación y la creación de sentido a recursos externos (como IDE o recursos en línea) sin tener en cuenta los méritos reales de dicha información.
- Sesgo de Dichosa Ignorancia: Suposición de que todo funciona, incluso frente a la información que indica lo contrario.
- Sesgo de Selección Superficial: Representa una serie de acciones e información que se valoran indebidamente con base en criterios superficiales.
- Sesgo de Memoria: Afecta a la forma en que los desarrolladores recuerdan la información de una serie de alternativas, prefieren utilizar la información primaria o más reciente encontrada, o reaccionan como resultado de la información más fácilmente disponible en la memoria.

### *J. Relacion Interpersonal.*

- Conflicto: Relación inestable en la que hay problemas y dificultades.
- Emocional: Relación sentimental o de estima.

### *K. Salud.*

- Fatiga: Cansancio o agotamiento por la sobrecarga de trabajo.
- Negligencia: Desinterés por el bienestar de los empleados

De acuerdo con las menciones a los 67 aspectos humanos identificados, podemos comentar que los más recurridos y que por lo tanto tienen un mayor impacto sobre la DT no intencional son: Presión del tiempo (22), Comunicación del equipo (14), Experiencia en el desarrollo de software (12) y Compromiso (12).

En el caso de la Presión de tiempo, se ven obligados a tomar un enfoque optimista para cumplir con una agenda [28], prefieren optar por soluciones rápidas y feas para ahorrar el esfuerzo de investigar, que al final no funcione y por ende haber perdido tiempo [29], posponer actividades y arriesgarse a comprometer la calidad del sistema por la restricción del tiempo impuesta por el equipo de negocios [30], entre otros.

Respecto de la Comunicación del equipo, las formas de comunicación usando términos con significados diferentes en un entorno interdisciplinario [24], el intercambio de información entre múltiples partes [20], mantener informados sobre los planes futuros [31], entre otros, pueden provocar o disminuir la aparición de DT.

Para la Experiencia en el desarrollo de software, se menciona que los principiantes tenían una experiencia limitada y para evitar el riesgo de no desempeñar sus funciones de manera eficiente, preferían las soluciones que habían utilizado anteriormente [19], los desarrolladores y gerentes novatos no ven la importancia de ciertas actividades [32], entre otros.

Siguiendo con Compromiso, se menciona que los desarrolladores que se involucran y participan más en el sistema tienden a agregar menos DT [17], la DT producida es proporcional a la participación medida en líneas de código editadas [18], el aumento del número de participaciones aumentará la DT [33], entre otros.

En cuanto a las categorías creadas, podemos comentar que las categorías más relevantes son: Actitud (46), Conocimiento (45) y Sentimiento (33). No se omite comentar que en algunos casos se encontraron más de un factor por estudio, por lo que puede repetirse el mismo estudio primario para varios factores.

## VII. CONCLUSIONES.

Con base en el conteo de las publicaciones por año en la ventana de tiempo seleccionada, se pudo identificar que a partir de 2019 se presenta una clara tendencia creciente en el interés por investigar los factores humanos vinculados con el constructo de la deuda técnica. También se pudo identificar que la mayoría los EPS reportados se realizan con un propósito exploratorio, aunque, los pocos estudios que pretenden mejoras, datan de 2021 y 2023.

En cuanto a los factores identificados, del análisis a los 72 EPS, se pudo concluir que los factores vinculados con la Actitud, Conocimiento y Sentimiento, son los más citados en la introducción de DT, por lo que la forma de ser de los interesados, la información obtenida a través del aprendizaje, las emociones y sentimientos que un humano tiene al realizar el proceso de desarrollo de software, es sin lugar a dudas parte importante de esta para lograr un producto de calidad.

Así mismo, analizando factores individualmente, el controlar la Presión de tiempo, Comunicación del equipo, Experiencia en el desarrollo de software y el Compromiso, al parecer puede aumentar la probabilidad de no introducir DT accidentalmente en el proceso software.

## REFERENCIAS

- [1] P. Bourque & R. Fairley, "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK V3.0)". IEEE Computer Society. 2014.



- [2] N. Juristo & A. Moreno "Basics of Software Engineering Experimentation. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers. 2001.
- [3] R. Malhotra, "Empirical Research in Software Engineering: Concepts, Analysis, and Applications (1st ed.)". Chapman and Hall/CRC, 2016.
- [4] W. Cunningham, "The WyCash portfolio management system". ACM SIGPLAN OOPS Messenger, 29–30. 1992.
- [5] N. Brown, Y. Cai, Y. Guo, R. Kazman, M. Kim, P. Kruchten, . . . N. Zazworka, "Managing technical debt in software-reliant systems." Proceedings of the FSE/SDP Workshop on Future of Software Engineering Research (págs. 47–52). Association for Computing Machinery. 2010.
- [6] N. Alves, T. Mendes, M. De Mendonça, R. Spínola, F. Shull & C. Seaman, "Identification and Management of Technical Debt: A Systematic Mapping Study." Information and Software Technology, 100-121. 2016.
- [7] S. McConnell, "Managing Technical Debt." Construx. 2008.
- [8] Z. Li, P. Avgeriou & P. Liang, "A systematic mapping study on technical debt and its management." Journal of Systems and Software, 193-220. 2015.
- [9] E. Allman, "Managing Technical Debt: Shortcuts that save money and time today can cost you down the road." Queue, 10–17. 2012.
- [10] B. Kitchenham, "Procedures for performing systematic reviews," Keele, UK, Keele Univ., vol. 33, no. TR/SE-0401, p. 28, 2004.
- [11] J. Ruiz, R. Aguilar, J. Garcilazo & A. Aguilera, "A Tertiary Study on Technical Debt Management over the last lustrum," International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics, 15(3). 2024.
- [12] T. Dybå & T. Dingsøyr, "Strength of evidence in systematic reviews in software engineering." Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement. 2008.
- [13] B. Kitchenham, D. Budgen & P. Brereton, "Evidence-Based Software Engineering And Systematic Reviews." CRC Press. 2016.
- [14] D. Cruzes & T. Dybå, "Recommended Steps for Thematic Synthesis in Software Engineering." 2011 International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Banff. 2011.
- [15] A. Tversky & D. Kahneman, "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases." Science. Pp. 1124-1131. 1974.
- [16] N. Rios, R. Spínola, M. Mendonça & C. Seaman, "The practitioners' point of view on the concept of technical debt and its causes and consequences: a design for a global family of industrial surveys and its first results from Brazil." Empirical Software Engineering, 3216–3287. 2020.
- [17] R. Alfayez, P. Behnamghader, K. Srisopha & B. Boehm, "An exploratory study on the influence of developers in technical debt." Proceedings of the 2018 International Conference on Technical Debt, pp. 1–10. ACM. 2018.
- [18] M. Salamea & C. Farré, "Influence of Developer Factors on Code Quality: A Data Study. 2019 IEEE 19th International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion, pp. 120-125. IEEE. 2019.
- [19] D. Das, A. Maruf, R. Islam, N. Lambaria, S. Kim, A. Abdelfattah, & P. Tisnovsky, "Technical debt resulting from architectural degradation and code smells: a systematic mapping study." ACM SIGAPP Applied Computing Review, pp. 20–36. 2022.
- [20] J. Rubin & M. Rinard, "The challenges of staying together while moving fast: an exploratory study." Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering. Pp. 982–993. ACM. 2016.
- [21] L. Graf-Vlachy & S. Wagner, "The Type to Take Out a Loan? A Study of Developer Personality and Technical Debt." 2023 ACM/IEEE International Conference on Technical Debt. Pp.27-36. IEEE. 2023.
- [22] S. Boutaib, M. Elarbi, S. Bechikh, C. Coello & L. Said, "Uncertainty wise software anti-patterns detection: A possibilistic evolutionary machine learning approach." Applied Soft Computing. 2022.
- [23] Real Academia Española. (Octubre de 2014). REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española. Recuperado el 2024, de Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es>. 2014.
- [24] M. Soliman, P. Avgeriou & Y. Li, "Architectural design decisions that incur technical debt — An industrial case study." Information and Software Technology. 2021.
- [25] R. Pham, S. Kiesling, O. Liskin, L. Singer & K. Schneider, Enablers, inhibitors, and perceptions of testing in novice software teams. Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering. Pp. 30–40. ACM. 2014.
- [26] R. Verdecchia, P. Kruchten, P. Lago & L. Malavolta, I., "Building and evaluating a theory of architectural technical debt in software-intensive systems." Journal of Systems and Software. 2021.
- [27] M. Wiese & K. Borowa, "IT managers' perspective on Technical Debt Management." Journal of Systems and Software. 2023.
- [28] K. Schultis, C. Elsner & D. Lohmann, "Architecture challenges for internal software ecosystems: a large-scale industry case study." Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering. Pp. 542–552. ACM. 2014.
- [29] P. Ralph & E. Tempero, "Characteristics of decision-making during coding." Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. Pp. 1-10. ACM. 2016.
- [30] C. Siebra, R. Oliveira, C. Seaman, F. Silva & A. Santos, "Theoretical conceptualization of TD: A practical perspective." Journal of Systems and Software. Pp. 219-237. 2016.
- [31] A. Ko, "A three-year participant observation of software startup software evolution." Proceedings of the 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice Track. Pp. 3–12. IEEE Press. 2017.
- [32] D. Spadini, M. Aniche, M. Storey, M. Bruntink & A. Bacchelli, "When testing meets code review: why and how developers review tests." Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering. Pp. 677–687. ACM. 2018.
- [33] J. Bedi & K. Kaur, Understanding factors affecting technical debt." International Journal of Information Technology. Pp. 1051–1060. 2022.