



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
DISEÑO DE SOFTWARE PARA LA SUSTENTABILIDAD

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

DOCTORA EN DISEÑO

PRESENTA

NANCY YERALDI GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR

DR. RENÉ LAURO SÁNCHEZ VERTÍZ RUIZ

CODIRECTOR

DR. RICARDO VICTORIA URIBE

TUTOR ADJUNTO

DR. DAVID DELGADO HERNÁNDEZ

TUTORIA INDIVIDUALIZADA

DR. ARTURO SANTAMARIA ORTEGA

DRA. OLIVIA ORTEGA SOSA

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO 02 OCTUBRE 2024

Tuve un intercambio durante mis estudios de Doctorado... La materia era epistemología desde la perspectiva de la sustentabilidad... Al final del curso mi docente, solicitó un ensayo. Posterior a la revisión, agregó en un correo electrónico:

“...A la mayoría aún falta un gran recorrido intelectual y académico para presentar un ensayo digno de un estudiante de doctorado; debo decir que dichos trabajos parecen ser el resultado de una actividad a la ligera, rápida y poca profundidad reflexiva. Dicho de otro modo, se redactó sólo para cumplir con el producto de la asignatura. A la mayoría de ustedes les pregunto, y seguramente tendrán la respuesta, ¿es un trabajo que merece ser publicado? [...] Para la mayoría la calificación de sus ensayos quizá no vaya acorde con el contenido de los mismos, he querido no ser tan drástico para no desmotivarlos de este gran reto profesional que significa para ustedes sus estudios doctorales.

*Saludos,
Fredyd”*

Mi revisión particular decía:

DECONSTRUCCIÓN EPISTEMOLÓGICA DEL PROCESO DE DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA LA SUSTENTABILIDAD

Nancy Yeraldi González Hernández

Observaciones al ensayo

Realizar un ensayo sobre dos conceptos que parecen antagónicos: software y sustentabilidad parece un despropósito casi una locura por decir lo menos. Sin embargo, si revisamos la historia de la evolución humana en la tierra ya no parece tal locura ¿por qué? Porque la tecnología siempre ha acompañado al ser humano desde su aparición hace más de trescientos mil años en las primeras cavernas de la tierra. Las necesidades más apremiantes de los primeros humanos en la tierra sin duda obligaron a diseñar instrumentos para allegarse de alimentos. En ese sentido, surgieron los primeros instrumentos punzocortantes durante la caza de animales, para curtir pieles o abrigo y recipientes de comida.

Hoy en día, en pleno siglo XXI la tecnología parece que va un paso siempre más adelante sobre la capacidad de procesar y discernir millones y millones de datos e información que recibe el ser humano. Y precisamente aquí vale la pena analizar hasta qué punto la sustentabilidad de la vida y la tecnología, llámese software, pueden ser compatibles. No es fácil aceptar que ambos conceptos puedan tener puntos de convergencia dado que el primero apela a la preservación de toda forma de vida en el planeta, mientras que el segundo para avanzar va dejando a su paso irremediamente destrucción de la vida, contaminación e impacto ambiental.

Precisamente el presente ensayo es una apuesta por buscar vetas de convergencia teórica y epistemológica entre el diseño de software y la sustentabilidad. La argumentación en el diseño de esta herramienta tecnológica incorpora elementos de carácter social reflexivo que deberían ser tomados en cuenta por parte de una de las industrias más lucrativas a nivel mundial pero también una de las más contaminantes (basura tecnológica). En consecuencia, esta apuesta por vincular, repito, dos conceptos aparentemente divergentes, paralelos, es loable y de suma importancia.

Calificación ensayo: 9.5

Gracias Mauricio por amarme y apoyarme tanto. Gracias Luna por acompañarme en este momento tan importante de mi vida.
Por ti Maru, y para ti... Luna.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. El software y la era digita.....	9
1.1 Introducción	10
1.2 Objetivo General	12
1.3 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Pregunta de Investigación	13
1.5 Hipótesis	13
1.6 Estudios Antecedentes	13
CAPÍTULO II. Metodología.....	19
2.1 La metodología inicial: Design Thinking.....	23
2.2 Descripción de herramientas	24
2.3 Etapa Experiencia de Usuario.....	26
2.4 Etapa Centradas en el Diseño de Interfaz	28
2.5 Herramienta Digital	29
CAPÍTULO III. La optimización del software.....	31
3.1 Hitos en la historia, globalización y evolución del software	33
3.2 La intrínseca relación entre hardware y software.....	34
3.2 Prácticas Digitales Insostenibles	35
3.2.1 Sobre el envío y recepción de correos electrónicos.....	37
3.3 Dilucidar la Infraestructura Invisible	39
3.4 Desperdicio y emisiones globales.....	41
3.5 En búsqueda de la Sustentabilidad.....	46
3.6 Optimización Infraestructura	46
3.6.1 Ciclo de vida software.....	46
3.6.2 Ciclo de vida data science.....	47
3.6.3 Ciclo de vida desechos electrónicos	48

3.6.4 Cloud Computing y los servidores ecológicos.....	50
3.7 Optimización Desarrollo (programación)	52
3.8 Diseño de ingeniería de software con bases sustentables.....	56
3.9 Metodología Agyle	59
3.10 Los lenguajes de programación hacia la sustentabilidad.....	60
3.11 En búsqueda de la eficiencia energética durante el desarrollo del software	62
3.11.1 Lenguajes que sintetizan la forma de programar.....	62
3.11.2 La optimización a partir de Frameworks	64
3.12 Optimización Energética (Diseño)	66
3.13 Experiencia de Usuario	66
3.14 Usabilidad	68
3.15 Accesibilidad	69
3.15.1 Creación de Experiencias Accesibles a la medida.....	71
3.15.2 Herramientas para asegurar la accesibilidad en el software.....	72
3.16 Arquitectura de Información.....	72
CAPÍTULO IV. Software para la sustentabilidad.....	76
4.1 Deconstrucción epistemológica del proceso de diseño de un software para la sustentabilidad.....	77
4.2 ¿Qué conocemos sobre el mundo digital?.....	78
4.3 La epistemología en un mundo digital	80
4.4 El papel de la sustentabilidad en un entorno digital	81
4.5 Sobre el proceso de diseño de software para la sustentabilidad	83
4.7 Focus Group	95
4.8 Bitácora aplicación de proceso de diseño	95
4.9 Bitácoras proyectos concluidos en su totalidad	104
CAPÍTULO V. Resultados y discusión.....	109
5.1 Resultados Proceso de Diseño	110
5.2 Resultados autoevaluación y evaluación pares ciegos	114

5.3 Análisis de resultados autoevaluación y evaluación pares ciegos	116
5.3.1 Resultados asociados a la usabilidad.....	117
5.3.2 Resultados asociados al diseño contextual	120
5.3.3 Resultados asociados a la accesibilidad	125
5.3.4 Resultados asociados a la inclusión	128
5.3.5 Resultados asociados a medio ambiente	131
5.4 Análisis fase de investigación del proceso preliminar de diseño	136
CAPÍTULO VI. Bioux - Proceso de diseño de software para la sustentabilidad.....	147
6.1 Proceso de diseño	150
6.2 Clasificación de fases incrementales e iterativas del proceso de diseño.....	155
6.3 La integración sistémica de los elementos.	157
CAPITULO VII. Conclusiones.....	159
7.1 Conclusiones.....	160
7.2 Innovación de la propuesta doctoral	162
7.3 La respuesta a la pregunta de investigación	165
7.4 La condición de la hipótesis	166
7.5 Contribución social de la investigación.....	166
7.6 Discusión.....	167
7.7 Limitaciones	168
7.8 Investigaciones futuras	168
Referencias.....	169
Glosario	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La dinámica sistémica del diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración propia (2024)	22
Figura 2. Las Cinco etapas del Design Thinking. Elaboración Propia. A partir de Tim Brown (2008)	23
Figura 3. Aplicación de metodología Design Thinking. Elaboración Propia (2024)	25
Figura 4. Hitos en la historia, globalización y evolución del software. Elaboración propia 2023.	32
Figura 5. Consideraciones y huella de carbono por 1 GB de consumo de internet. Elaboración propia a partir de (Obringer, y otros, 2021)	35
Figura 6. Consumo de recursos digitales a través de plataformas de streaming. (Obringer, y otros, 2021)	36
Figura 7. Gramos de CO2 consumido en promedio por hora de acuerdo con cada plataforma (Batmunkh, 2022)	37
Figura 8. Ciclo de vida del spam (McAfee, 2009).....	38
Figura 9. El mapa de los cables submarinos en el mundo (Merino, 2021).....	39
Figura 10. Infraestructura Invisible. Elaboración propia (2024)	40
Figura 11. Cisco. Crecimiento global de dispositivos y conexiones (2018–2023).....	41
Figura 12. Producción de dispositivos móviles.....	41
Figura 13. Los minerales que utilizan los smarthphone (Geodiver, 2022)	42
Figura 14. Figura 12. Global average number of selected appliances owned per capita, by country's income level (Fortu y otros, 2020)	43
Figura 15. Consumo de energía digital, una proyección 2013-2025. (Ferreboeuf, Lean ICT: Towards digital sobriety, 2019).....	43
Figura 16. Escenarios de consumo de energía eléctrica a nivel mundial. (Ferreboeuf, Lean ICT: Towards digital sobriety, 2019)	44
Figura 17. Emisiones digitales de gases de efecto invernadero. (Ferreboeuf, Lean ICT: Towards digital sobriety, 2019).....	45
Figura 18. Ciclo de vida básico de un software. Elaboración propia (2024)	47
Figura 19. Modelo de proceso en espiral (Bohem, 1988).....	47
Figura 20. Ciclo de vida data science. Elaboración propia a partir de (Alteryx, 2022)	48
Figura 21. Lo países que generan más basura electrónica (UNITAR, 2020)	49
Figura 22. Ciclo de vida residuos electrónicos. Elaboración propia a partir de (Leonard, 2002).	49
Figura 23. Ciclo de vida inspirado en productos de software (Naumann y otros, 2011).....	54
Figura 24. Greensoft Model (Naumann y otros, 2011).....	55
Figura 25. Propuesta de mejora de los procesos de ingeniería de software hacia el diseño de productos de software sustentable. Elaboración propia a partir de (Dick & Naumann, 2010)	57
Figura 26. Diseño de software con un enfoque sustentable. Elaboración propia a partir de (Principios para el desarrollo digital, 2022)	58
Figura 27. Componentes de características y subcaracterísticas del desarrollo de software para su larga duración (Hussian y otros, 2018)	59
Figura 28. Índice de la comunidad de programación TIOBE (TIOBE, 2022).....	61
Figura 29. Normalized global results for energy, time and memory (Pereira y otros, 2017)	63
Figura 30. Pareto optimal sets for different combination of objetivos (Pereira y otros, 2017)	63
Figura 31. Lista de resultados respecto a tiempo y consumo de energía framework Java (Pereira y otros, 2016).....	65
Figura 32. Áreas que interactúan para generar la experiencia de usuario. Imagen obtenida de: https://www.pdcahome.com/7804/user-experience-entiende-la-usabilidad-de-tus-productos	66

Figura 33. User Experience Design Diagram. Imagen obtenida de https://www.pinterest.co.kr/pin/181058847496493714/	67
Figura 34. Diez principios heurísticos de la usabilidad. Imagen obtenida de: https://medium.com/@marinamartinezgarcia/evaluaci%C3%B3n-heur%C3%ADstica-afe874c6bc	68
Figura 35. Elementos de la arquitectura de información por James Garrett. Imagen obtenida de: https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/como-definir-la-arquitectura-de-la-informacion-de-un-proyecto/	74
Figura 36. infraestructura Hiperconvergente aplicada al UX. Imagen obtenida de: https://www.flickr.com/photos/reloade/3971651881/in/album-72157622370758221/	75
Figura 37. Contexto de la formulación de desarrollo sustentable (Mota & Sandoval, 2016)	83
Figura 38. Modelo preliminar para el proceso de diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración propia (2024)	86
Figura 39. Herramientas modelo preliminar para el proceso de diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración propia (2024)	87
Figura 40. Diseño contextual SolarBoost.	122
Figura 41. Diseño Contextual Librusa	123
Figura 42. Diseño Contextual. Estado de ánimo. Symphonyfy	124
Figura 43. Accesibilidad. Opciones para Daltonismo Playdge	127
Figura 44. Accesibilidad dictado por voz. GameVerse	128
Figura 45. Accesibilidad, conexión con otras aplicaciones. Symphonyfy	128
Figura 46. Accesibilidad. Configuración Temas e interfaz. Watch+	128
Figura 47. Popuesta ambiental Allzmusic.	134
Figura 48. Propuesta ambiental. EcoTire	135
Figura 49. Propuesta ambiental RetroRooms	135
Figura 50. Proceso de Diseño de Software para la Sustentabilidad BIOUX. Elaboración Propia (2024).	149
Figura 51. Clasificación de fases incrementales e iterativas del proceso de diseño. Elaboración Propia (2024).	156
Figura 52. clasificación de menor a mayor impacto durante la intervención del proceso de diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración Propia (2024).	157

CAPÍTULO I. *El software y la era digital*

1.1 Introducción

La presente investigación tiene como objetivo replantear el diseño de tecnologías digitales a partir de una perspectiva holística, con el propósito de asistir a equipos de trabajo multidisciplinares durante el proceso de conceptualización para establecer no sólo las actividades que debe automatizar la tecnología (y la forma en que éstas interfieren en la experiencia derivada de su uso); sino para contribuir al desarrollo de tecnología digital desde una perspectiva crítica en torno a una sociedad cambiante y compleja que utiliza tecnologías digitales en su vida cotidiana sin ser consciente de los impactos ambientales emitidos, la infraestructura necesaria para su operación y el crecimiento descontrolado de datos.

Es importante comprender el impacto que tiene el diseño de software para que sea posible establecer parámetros que contribuyan positivamente a su desarrollo. Este enfoque se basa en un análisis sistémico y crítico de aspectos como: el contexto y la cultura en el operan, la infraestructura que dispone, el impacto ambiental que representa, la viabilidad de su desarrollo, el valor que representa para los usuarios, su planeación modular para su posible escalamiento, entre otros.

Se propone una investigación de carácter documental guiado por la siguiente pregunta:

¿Cuáles los criterios mínimos que debe incluir el proceso de diseño del software para coadyuvar positivamente y añadir juicios de valor en torno a aspectos sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos para que éste, contribuya al desarrollo sustentable?

La era digital es un periodo histórico que ha transformado radicalmente nuestra sociedad y cultura a través de la automatización de procesos y la recopilación masiva de datos concentrándolos dentro de un mundo intangible. Muchas de nuestras actividades cotidianas están suspendidas en dicho entorno. Para que esto suceda, se requiere de dos componentes: el hardware y el software. Esta investigación se centra en la conceptualización del software definido como: *“El producto que construyen los programadores y al que después le dan mantenimiento durante un largo tiempo. Incluye programas que se ejecutan en una computadora de cualquier tamaño y arquitectura”* (Pressman, 2010). Dicho concepto refiere el ciclo de vida de este, el cual incluye no sólo la fase de diseño y desarrollo, sino una etapa posterior de mantenimiento y la gestión del crecimiento de datos que almacena, al mismo tiempo que visibiliza su relación intrínseca con: el hardware, cuyo impacto ambiental es tangible a nuestros sentidos, derivado de la producción de múltiples y variados dispositivos, y el consumo de energía eléctrica que se requiere para la ejecución del software, los detalles del impacto que tiene su uso se analizan posteriormente.

Entonces, ¿cómo optimizar su desarrollo desde el diseño para añadir atributos relacionados a la sustentabilidad? Después de una serie de eventos para determinar las problemáticas ambientales, su abordaje y relevancia; el informe de Brundtland establece que las circunstancias relacionadas en torno a desarrollo económico de los países, el medio ambiente y diversas problemáticas sociales pueden ser abordadas desde el término “desarrollo sustentable” desde la siguiente perspectiva: *“Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer las propias”* (Brundtland, 1987). Es decir, se habla del progreso de la humanidad y un consumo de recursos que no sobrepase las capacidades para poder asegurar recursos en generaciones futuras. El papel de la sociedad para lograr estos objetivos es fundamental.

La introducción de los ordenadores dentro de nuestra vida cotidiana forma un hito en la historia de la humanidad. La llegada de la primera generación de computadoras, y el desarrollo de software a través de lenguaje máquina¹ requería conocimientos demasiado especializados para su ejecución, como consecuencia, la relación entre los humanos y la tecnología, así como su incorporación en la vida diaria (como lo conocemos en la actualidad) se tornaba lejana.

De acuerdo con We Are Social (2024) actualmente 8.08 mil millones de usuarios están incorporados al mundo digital (74

Una de las principales problemáticas relacionadas es que para la industria de desarrollo, la sustentabilidad es un requisito no funcional, y en el ámbito académico la producción y difusión de investigaciones científicas en torno al tema son escasas.

millones más que en 2023) y un 69.4% lo hace a través de dispositivos móviles, haciendo uso de internet un promedio de 06:40 m al día.

Esto expone la relevancia de la necesidad de transformación de los sistemas digitales y su crecimiento, sin embargo:

Resulta indispensable generar conciencia en torno al impacto de cada búsqueda que hacemos, cada canción que escuchamos, cada correo que enviamos, o cada vídeo que se transmite en vivo en alguna red social, actos que parecen no tener mayor relevancia, sin embargo, la suma de ellos en un mundo interconectado demanda un consumo de mayor cantidad de energía eléctrica y nuestra dependencia a estas herramientas digitales genera problemas sociales.

Conceptos como “la brecha digital”² dividen a la sociedad en dos grandes grupos, el primero: la sociedad del conocimiento³ donde todos los individuos tienen acceso a la información en un mundo digitalmente globalizado gracias a la World Wide Web⁴ (conocido por sus siglas: www). El segundo: la sociedad

¹Lenguaje de máquina: Conjunto de dígitos binarios (0 y 1) que las computadoras comprenden.

²Brecha digital: La brecha digital es la separación que existe entre las personas (comunidades, estados, países...) que utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como una parte rutinaria de su vida diaria, y aquellas que no tienen acceso a las mismas y que, aunque lo tengan, no saben cómo utilizarlas. (Serrano & Martínez, 2003)

³Sociedad del Conocimiento: Esta sociedad considera que el conocimiento es un pilar para el desarrollo y progreso, su objetivo principal es generar un acceso a la educación más eficaz y sencillo, esto incluye la alfabetización digital y la búsqueda de la disminución de la brecha digital.

⁴ WWW: Red de información que se interconecta a nivel mundial a través de internet.

de la información⁵, lo que produce un incremento exponencial en la digitalización de la sociedad en general y su consumo digital. Entre los cambios que impactan el papel de lo digital en nuestra vida se puede destacar el autocuidado social, la ansiedad que produce la desinformación y la disociación de la verdad y la claridad, así como la regulación de los espacios digitales a partir de nuevas reglas que buscan generar más confianza y conexiones más significativas.

A través de los sistemas digitales es posible transferir conocimientos de forma masiva sobre las responsabilidades ético- ambientales de los usuarios, hacerlos conscientes del impacto de sus hábitos digitales, y así, provocar una transformación social derivada del reconocimiento sobre su relación y uso continuo.

La transformación inicia desde el proceso de creación del software, tenido al diseño como una etapa primigenia fundamental para la unificación, conceptualización y comunicación de los entornos digitales y los usuarios a partir de las interfaces gráficas. Posteriormente los programadores determinan el desarrollo a través de lenguajes y herramientas

El beneficio de esta investigación se centra en determinar los parámetros mínimos que deben considerarse durante la conceptualización en el proceso de diseño de un software basado en un pensamiento complejo, para que éste incluya parámetros ambientales, sociales y económicos de acuerdo con la naturaleza particular del espacio digital, contribuyendo al desarrollo sustentable

⁵ Sociedad de la información: Individuos que crean, manejan, producen y distribuyen información a través de medios digitales de manera individual

de codificación, para que finalmente los usuarios operen e interactúan a través de sus dispositivos.

Por lo tanto, es necesario reconfigurar la manera en que se produce la tecnología y reflexionar la forma en que las personas conviven con ella.

1.2 Objetivo General

Generar un proceso de diseño de software que integre y establezca sistémicamente parámetros que contribuyan a su mejora, en favor de aspectos: sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos, para crear entornos digitales que contribuyan en sinergia al desarrollo del mundo natural y social.

1.3 Objetivos Específicos

Analizar las problemáticas derivadas del uso de tecnologías digitales a partir de una investigación teórica - conceptual para delimitar el impacto y las implicaciones ambientales, sociales y económicas en la sociedad y el ambiente.

Evaluar los aspectos técnicos, ambientales, económicos y sociales de los entornos digitales a partir de la teoría de los sistemas complejos, para delimitar la inferencia del diseño desde tres ejes: infraestructura, desarrollo y diseño de software.

Proponer un proceso de diseño que recopile unidades mínimas de información con instrumentos que utilizan técnicas de recolección etnográfica, para ayudar a los diseñadores a conceptualizar aspectos sustentables de forma holística aplicados a el diseño de un software.

y proactiva con base en conocimiento formales e informales focalizados en ayudar a resolver necesidades específicas.

Ejecutar el proceso preliminar a un grupo focal para reforzar la validez del estudio.

Establecer un proceso de diseño a partir de etapas y unidades de información que funcionen de forma iterativa e incremental; a partir de una conceptualización sistémica y crítica de los diseñadores, para el desarrollo de prototipos de software que contengan atributos para la sustentabilidad.

1.4 Pregunta de Investigación

¿Cuáles los criterios mínimos que debe incluir el proceso de diseño del software para coadyuvar positivamente y añadir juicios de valor en torno a aspectos sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos para que éste, contribuya al desarrollo sustentable?

1.5 Hipótesis

Si el software se conceptualiza como un sistema complejo que integre aspectos sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos durante su proceso de diseño a partir de las siguientes categorías:

- Efectos de primer orden (esfera económica): infraestructura, servidores, diseño de bases de datos, espacio de memoria y hardware.
- Efectos de segundo orden (esfera social): accesibilidad, inclusión, arquitectura de información y bienestar digital.
- Efectos de tercer orden (esfera ambiental): interacción, usabilidad y diseño atómico.

Buscando su optimización, calidad, resistencia, compatibilidad y modularidad, podrá obtener la denominación de “software para la sustentabilidad”.

1.6 Estudios Antecedentes

A partir de la pregunta previamente expuesta, se presentan los siguientes estudios antecedentes con la finalidad de comprender el objeto de estudio de esta investigación, e identificar las metodologías aplicadas, así como los vacíos prácticos y teóricos.

En el ámbito del software sustentable, en el año 2021, Gonzalo Ruíz de Villa Suárez, Benedict Bax y Alejandro Flores Ferreres realizaron una investigación en Estados Unidos de América que lleva por nombre *Green Coding*. Se destaca el papel de generar conciencia sobre los alcances y las posibilidades que ofrece el software sustentable, con la necesidad de difusión en diversos ámbitos, tales como: empresas, consumidores y creadores. Cuestionando la idea tradicional que solo busca el rendimiento para optimizar el software de un extremo a otro. Se analiza el rendimiento máximo dentro de una escala global de proveedores que operan a través de servicios de internet y distribuyen tecnología con diferentes fines ampliados a millones de dispositivos, entre los más comunes podemos mencionar: computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes etc. Cada fragmento de código puede hacer una contribución importante respecto al consumo de energía al reducir las emisiones totales de CO₂ a través de tres pilares: “*A Greener Logic*” (el código que construye la lógica de la programación), “*A Greener Methodology*” (Un ciclo de vida eficiente), “*A Greener Platform*” (La energía eléctrica requerida para ejecutar el código). Este estudio parte de la planificación de los proyectos cuando se analizan los requisitos iniciales. La prioridad de esta

etapa es seleccionar la plataforma adecuada para que el proceso de desarrollo sea más factible, integrando elementos como: la elección de un lenguaje de programación optimizado. En última instancia esta metodología propone adaptar la experiencia del usuario para minimizar el tiempo invertido por las personas durante el uso del software. (Ruiz y otros, 2021)

Este enfoque de desarrollo y diseño de software detecta una problemática particular: puede requerir demasiado tiempo. Lo que significa demora en el desarrollo de proyectos y como problema subsecuente: los costos se incrementan y la implementación se vuelve poco sustentable desde el punto de vista económico. Concluyendo que dicha metodología debe ser vista como una filosofía en proyectos individuales que se manejen con equipos más pequeños de desarrollo y cada módulo involucrado no sea demasiado robusto, minimizando el impacto económico y teniendo como resultado la producción de un software más amigable con el medio ambiente.

Otra investigación en Estados Unidos de América en Carnegie Mellon University Pittsburgh por Todd Sedano en el año 2017, lleva por nombre “*Sustainable Software Development: Evolving Extreme Programming*” (Desarrollo de software sustentable: evolución de la programación extrema) introduce una teoría descriptiva del Desarrollo de Software Sustentable a través de un caso de estudio en proyectos observados en Pivotal, cuyos resultados considera que pueden ser transferibles a organizaciones de desarrollo de software con diferentes fines. Esta investigación profundiza sobre las prácticas que pueden hacer un software óptimo y que tienen origen en la forma de organización dentro de los grupos de trabajo.

La teoría abarca principios, políticas y prácticas que tienen como objetivo eliminar los silos de conocimiento y mejorar la

calidad del código (incluida la capacidad de detección y legibilidad), lo que conduce a la sustentabilidad del desarrollo, y provocará que la calidad del código sea apropiada, de esta forma, el producto cumplirá con los requerimientos del usuario y sus necesidades.

La metodología empleada abarca un muestreo que recopila datos para identificar las relaciones entre las prácticas que realizan los diseñadores y los usuarios.

1. Evaluación Glaser: Proporciona los criterios de adecuación para el trabajo de diseño con base en el diseño de categorías y su relación a los datos que manejan y el área donde serán aplicadas.
2. Entrevistas a los usuarios.
3. Observación de los usuarios

Los resultados concluyen que los diseñadores de interacción identifican las necesidades de los usuarios principalmente durante su implementación, a través de entrevistas previas y con base en esto, crean y validan los productos a través de prototipos para el refinamiento de su diseño. (Sedano, 2017)

Se recomienda establecer comunicaciones sólidas en los equipos de trabajo, así como realizar un amplio análisis de datos.

El primer estudio sobre desarrollo de software sustentable determina la relevancia de mejorar las prácticas desde el código, destacando la importancia que tiene diseñar y mejorar la experiencia de las personas durante su interacción, ya que la suma de todas las prácticas en cada una de las etapas como: diseño, desarrollo y uso durante todo el ciclo de vida de un software, interpretado dentro de un contexto globalizado con millones de personas interconectadas simultáneamente se

traduce a una considerable reducción del CO₂. Por su parte, el segundo estudio antecedente se enfoca en los grupos de trabajo colaborativos, y lo complicado que resulta la unificación entre las disciplinas del diseño y la ingeniería en este proceso, destacando los grandes vacíos de comunicación y entendimiento que al ser mal ejecutados determinan que el producto final solo se concentre en los fines prácticos, dando como resultado la creación de productos que no consideran en ningún momento durante su planeación el impacto que tendrá su ciclo de vida respecto a las personas y el medio ambiente.

Se puede concluir que ambas perspectivas coinciden al puntualizar la relevancia de implementar prácticas para disminuir el consumo de recursos en medios digitales desde la construcción del software en etapas iniciales que parten desde la integración de grupos de trabajo percibidos de una forma sistémica, integrando diseñadores, y desarrolladores de forma individual y colectiva, haciendo énfasis en concientizar a las personas sobre sus responsabilidades ético - ambientales. Es indispensable unificar estas propuestas para generar un modelo aplicado a cada una de las tres esferas de la sustentabilidad.

Lo que refiere a el diseño de software que integra la parte del diseño de interfaces en búsqueda de la reducción del consumo de energía eléctrica durante su uso a través de la programación y diseño de elementos gráficos que utilizan los softwares, se analiza la siguiente tesis doctoral desarrollada por Christian Remy en la Universidad de Zúrich (2017), la cual, se centra en los diseñadores gráficos y usuarios, lleva por título: *"Investigación de HCI sostenible en la práctica de diseño"*.

El análisis versa sobre la integración de tecnologías en la vida cotidiana, su impacto ambiental derivado del uso continuo y los

desechos que se generan con el objetivo de descubrir la forma de abordar los problemas ambientales desde las siguientes perspectivas:

- El diseñador (el papel que juega en la construcción de interfaces gráficas).
- Los usuarios (el consumo de recursos eléctricos y su papel en el ámbito de la obsolescencia planificada).

Con la finalidad de determinar los intereses personales de los usuarios que los conducirían a la reflexión sobre sus responsabilidades ambientales posterior a su adquisición. El tipo de investigación realizada fue:

- Documental: Analiza la información escrita sobre el objeto de estudio.
- Explicativa: Se describen todos los detalles de cada fase en el documento de investigación.
- Estudios de caso: Aplicados a usuarios y diseñadores.
- Experimental: Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables.

Remy (2017) reconoce implícitamente que el factor sustentable siempre es sistémico, considerando dos roles importantes en la producción y uso de tecnología: usuarios y diseñadores, donde el factor humano toma amplia relevancia y gracias al razonamiento inductivo la investigación se refina. Sin embargo, la investigación omite que el trabajo de comunicación dentro de las interfaces – usuarios, depende no sólo de diseñadores, el rol del desarrollador web determina la obsolescencia planificada. Por otro lado, dicha investigación no se focaliza en una tecnología específica, lo cual hace que sea más difícil determinar con mayor precisión el impacto ambiental en cuanto a desechos de dispositivos físicos. La investigación determina

que los usuarios no se informan sobre los impactos ambientales que tiene su consumo de dispositivos digitales, sin embargo, la única solución planteada es que: a través del sentido de apropiación con base en la personalización de pantallas, las personas podrán decidir conservar durante mayor tiempo sus dispositivos y esto supone un menor consumo de recursos físicos para la creación de estos prolongando su ciclo de vida. Una conclusión que solo se concentra en el factor humano. (Remy, 2017)

Otro estudio realizado en 2019 en París por *Hugues Ferreboeuf, Maxime Efoui-Hess y Zenynep Kahraman*, que lleva por nombre “*Lean ICT – Towards digital sobriety*”, se enfoca en dos grandes objetivos: Reunir una serie de recomendaciones prácticas en torno a la preocupación por la sobriedad desde el diseño y consumo de recursos de energía eléctrica durante su uso, así como para el desarrollo de dispositivos físicos y la satisfacción de las necesidades específicas que aclaren los impactos directos de la tecnología digital, destacando cuantitativamente el impacto ambiental y las prácticas de gestión dentro de las empresas, al llevar a cabo opciones para promover buenas prácticas con el uso racional de la tecnología. Algunos hallazgos clave son: el reconocimiento de la velocidad del cambio tecnológico, las fases de producción y utilización de todos los equipos. Todo esto, a partir de un análisis crítico con una perspectiva globalizada sobre el consumo de energía eléctrica, la multiplicación de dispositivos periféricos de la vida diaria y los metales raros utilizados en la producción física de dispositivos.

El incremento exponencial de la tecnología digital únicamente considera el desarrollo económico y social, siempre visto como la solución para el crecimiento, la infraestructura digital aparece a menudo como un medio para reducir el consumo de energía

en un gran número de sectores tales como: transporte, servicios, edificios, agricultura etc. Por tal razón se debe considerar que no será posible controlar el cambio climático si no se analiza el uso masivo de tecnologías digitales dada su miniaturización y la “invisibilidad” de las infraestructuras que hace que la realidad física sea más imperceptible, y donde también debe considerarse la transformación social cuyos efectos son claramente observables en generaciones Y y Z. Todos los equipos se perciben como la extensión de uno mismo, lo que los hace más problemáticos y minimiza la toma de conciencia sobre sus impactos.

La tendencia actual sobre el consumo digital en el mundo no es sustentable con respecto al suministro de energía y materiales que requiere, el crecimiento anual detectado es del 9% al 10% y esto hace que la demanda energética de la industria aumente. (Ferreboeuf, *Lean ICT: Towards digital sobriety*, 2019). Desafortunadamente el sobreconsumo digital no tiene un impacto perceptible en la economía global y este se vuelve más manejable si es más sobrio. El proyecto de investigación “*The shift project*” (2019) determina la importancia de informar y difundir conciencia a las personas, y permitir que las empresas gestionen sus dimensiones medioambientales en su transición digital al realizar un balance de carbono en los proyectos que realizan al considerar dimensiones sistémicas.

Algunas recomendaciones son: establecer requisitos del software respecto a métricas de diseño para que esto facilite la planificación conjunta de infraestructuras eléctricas y digitales, y de esta forma, construir un ecosistema local que obtenga dividendos de la tecnología digital en cuanto al desarrollo de contenidos locales en sitios web, hosting nacional y regional con el objetivo de maximizar su vida útil.

El primer estudio mencionado hace referencia a el papel del diseñador y el usuario en el consumo de tecnologías digitales, reconociendo que los problemas ambientales son sistémicos, sin embargo, el rol del desarrollador de software no se considera. Se abordan los conceptos sobre tecnología de una forma general y esto hace mucho más difícil dimensionar el impacto ambiental en cuanto a los desechos de los dispositivos físicos de una forma más precisa, la única solución planteada para frenar esta explotación de recursos es dada a través del diseño de software que permita su personalización y apropiación.

Para el segundo estudio sobre el diseño dirigido a la sobriedad se aborda de una manera amplia cada uno de los roles: usuarios, diseñadores y desarrolladores. Nuevamente se reconoce que el inicio hacia un cambio de paradigma tiene que ver con la conciencia, y destaca la ubicuidad que tiene la tecnología dentro de la vida cotidiana gracias a “el internet de las cosas” una característica que hace que la contaminación derivada del consumo de contenidos y practicas virtuales pierda su relevancia para los mayores consumidores energéticos: los usuarios.

Ambas perspectivas analizan de una manera profunda la concepción social de la tecnología, pero aún no determinan de una forma precisa: ¿Cuáles serían las prácticas de sobriedad que impactarían en la reducción de la huella de carbono?, a pesar de que las personas comienzan a tomar mayor relevancia no se propone ningún concepto que se acerque a el “bienestar digital”. Es necesario establecer métricas desde el diseño para aprovechar la difusión masiva de información en torno a la toma de conciencia sobre los datos, registros y deterioro ambiental que se produce al consumir tecnologías digitales de una forma poco equilibrada.

Con respecto a lo anterior, se analizó la siguiente tesis doctoral realizada por Armagan Kuru en Ankara, Turkia en el año 2013, que lleva por título: “*Exploration of user experience of personal informatics systems*” la cual, determina que el acceso fácil e instantáneo a los datos es fundamental, sentirse bien durante la interacción con tecnologías digitales genera resultados sociales positivos y respalda el uso sostenido del producto, esta investigación está dirigida a la reflexión sobre la falta de actividad física que genera problemas de salud comunes al aumentar el riesgo de enfermedades como diabetes, cardiopatía crónica y obesidad. El objetivo: persuadir a las personas para que sean más activas, y así poder incrementar el bienestar físico y el cuidado de la salud personal.

Se explora: ¿cómo las personas experimentan los sistemas informáticos personales?, ¿cómo les gustaría experimentarlos? y ¿cómo las características y cualidades de los sistemas informáticos personales conducirían a la conciencia y la motivación? A través de las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las dimensiones de la participación de los usuarios para mantener el uso de estos sistemas?
- ¿Cuál es el papel de los sistemas informáticos en la participación del usuario durante su interacción?
- ¿Cuáles son los resultados centrados en el ser humano del uso del sistema a largo plazo?
- ¿Cómo cambian las evaluaciones de las personas sobre el sistema en el uso a largo plazo?

Las conclusiones demuestran la evidencia sobre la experiencia temprana como factores que generan motivación, así como una estrecha relación con la experiencia previa de las personas, que plantea expectativas al introducir el modelo de relaciones

entre los sistemas informáticos y las acciones personales. (Kuru, 2013)

Este, es solo un estudio que demuestra la influencia que tiene la tecnología en el bienestar de las personas, visto desde la promoción de la salud física. El bienestar digital sugiere una posibilidad de sumar la perspectiva de las tecnologías positivas, cuyo objetivo es concientizar a los usuarios y promover mejores hábitos en su interacción tecnológica. Si bien, hay estudios que develan la problemática, aun no existe una definición que se aproxime a la conceptualización buscada en esta investigación, donde el bienestar digital pretende difundir y educar a las personas de una manera implícita durante su interacción con los sistemas digitales sobre las prácticas positivas en ambientes virtuales y físicos en pro del medio ambiente, así como a los desarrolladores de software sobre su responsabilidad y ética en la difusión de información masiva.

Posterior a el análisis de cada uno de los antecedentes documentados es posible develar varios procesos metodológicos aplicados a cada una de las áreas de esta investigación, y resumir algunas particularidades:

Las temáticas ambientales observadas desde múltiples perspectivas se consideran sistémicas, interconectan prácticamente a todos los seres humanos, y en la introducción del mundo digital siempre fue abordado como “la solución” al impacto y consumo de recursos, un paradigma que incorporó todos los beneficios de la tecnología y su propia naturaleza de evolución de una forma ubicua gracias al internet de las cosas, para que esta sea percibida como una extensión de las personas, haciendo mucho más imperceptible la problemática, al mismo tiempo que se fundamenta las cifras que esto genera:

desde el tiempo que las personas pasan navegando en internet, hasta la cantidad promedio de dispositivos que rebasa la población mundial, y todos los recursos que se consumen durante el uso y producción en cada etapa del ciclo de vida de los dispositivos diseñados para ser tecnología obsoleta al paso del tiempo. Cada día surgen iniciativas para optimizar los recursos tecnológicos y los grandes pilares que pueden hacer eso son los creadores: diseñadores y programadores de tecnologías digitales. A su vez, el cambio de paradigma involucra directamente el factor humano, y su éxito o fracaso dependerá de la conciencia que se pueda crear sobre sus hábitos individuales, así como sus responsabilidades éticas. Un paradigma difícil de modificar, pero que se desenvuelve dentro de un contexto globalizado con un alcance masivo: el software, cuya creación depende de una minoría.

CAPÍTULO III.

Metodología

El presente capítulo tiene como objetivo definir la metodología para ejecutar acciones concretas desde el área del diseño a partir de instrumentos que recopilen datos que ayuden a conceptualizar aspectos sustentables de forma sistémica para el diseño de un software optimizado.

La perspectiva documental parte del análisis de estudios antecedentes con la finalidad de delimitar el tema, para desarrollar el marco teórico que integre una reflexión sobre la sustentabilidad digital desde sus tres esferas hegemónicas: económica, social y ambiental. El objetivo de unificar una propuesta con bases sustentables para el proceso de diseño de software, por lo tanto, resulta indispensable delimitar esta investigación desde tres niveles que van de menor a mayor inferencia:

- Optimización y viabilidad tecnológica: A partir del análisis de la infraestructura, la consideración el ciclo de vida de los dispositivos, el software y los datos, proyectando su escalabilidad (enfoque en la esfera económica).
- Diseño de Interacción: Diseño de la arquitectura de información, usabilidad y experiencia (enfoque a la esfera social)
- Diseño de interfaz: todo lo relacionado con el diseño gráfico de los entornos y la transferencia de conocimientos y mejores prácticas ambientales para promover conciencia a los usuarios.

El carácter de la investigación se desarrolla a partir de un pensamiento lógico deductivo cuya finalidad es recopilar la información de múltiples fuentes incluida: documentación, entrevistas y observaciones directas de los participantes. La validez del estudio se verá reforzada por la coincidencia de patrones, así como la explicación y construcción de análisis,

ejecutando acciones concretas, haciendo inferencias para plantear alternativas de concientización sobre las responsabilidades ético-ambientales de las personas gracias a las observaciones etnográficas y la recopilación de datos dentro de los casos de estudio similares. La suma del procedimiento previo tiene como propósito la unificación interdisciplinaria planteada como una aportación doctoral desde el campo del diseño.

Un abordaje sistémico imposibilita la simplificación de una problemática, y es donde las causalidades modifican los fenómenos y hacen divagar el curso de lo intelectualmente razonable.

En un ámbito digital, la incertidumbre y rápida evolución tecnológica, genera nuevos contextos y paradigmas psicosociales que cambian y evolucionan rápidamente. El factor humano con relación a la tecnología representa dos variables que se alimentan mutuamente.

De acuerdo con (García, 2006) “Un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada, en la cual, los elementos no son “separables” y, por lo tanto, no pueden ser estudiados aisladamente”.

Esta investigación recorta el mundo digital y lo delimita en el ambiente del diseño y desarrollo del software, para poder ser abordado como una totalidad desde de la visión sobre sustentabilidad cuyas definiciones se analizan a continuación:

- “El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades

para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras” (Brundtland, 1987)

- “Una sociedad en la cual el desarrollo económico, el bienestar social y la integración están unidos con un medioambiente de calidad. Esta sociedad tiene la capacidad de satisfacer sus necesidades actuales sin perjudicar la habilidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas” (Summers & Smith, 2014)
- “Sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas” (Mollenkamp, 2022)

Esencialmente, las definiciones previas pretenden determinar una nueva correlación entre las tres áreas de la sustentabilidad (economía, el ambiente y la sociedad) desde un enfoque más holístico, comprendiendo las variables que interactúan, afectan y se regulan entre sí. Esto no implica un equilibrio perfecto, ni totalmente equitativo, implica una evaluación de condiciones y un nuevo paradigma mucho más dinámico e integrador acerca de nuestras actividades y nuestro entorno, maximizando el desarrollo de la civilización humana.

Si bien, los entornos digitales son intangibles, se generan, operan, gestionan y distribuyen a partir de una infraestructura física y su forma materializada se visibiliza a partir de la construcción de una interfaz. La transformación hacia la sustentabilidad de todos los entornos de software que existen depende de sus condiciones desde etapas tempranas y su

proceso sustentable se centra en la robustez de los sistemas al poder ser transformados y mantener sus condiciones globales funcionando, la resiliencia de los datos, haciendo del caso un orden, que genere proceso adaptativo en búsqueda de la evolución: la sustentabilidad es un proyecto a largo plazo.

Este proceso, intrínsecamente debe ser el resultado de la interdisciplina, y el software debe entenderse como un sistema abierto, que logre un análisis integrado de procesos comprendido por:

- Variables independientes: experiencia de usuario, interacción.
- Variable dependiente: diseño de software.

Dentro de la asociación de las bases conceptuales y sus relaciones con la sociedad se define un marco epistemológico que revela los principales problemas respecto a tecnología y sociedad: la ubicuidad tecnológica, la brecha digital, los hábitos de uso, la transformación psicosocial asociada al crecimiento e innovación, dejando atrás los impactos para el ambiente y las implicaciones económicas como la obsolescencia programada.

La figura 1 representa el desarrollo sistémico desde la perspectiva de Rolando García a partir del abordaje de investigaciones relacionadas con el software y la sustentabilidad desde sus tres esferas hegemónicas, así como los temas transitorios que vinculan a las mismas.

	Esfera Económica	Kristen Nygaard Tim Frick Tom Greenwood	Teoría de la programación orientada a objetos Designing for Sustainability: A Guide to Building Greener Digital Products and Services
	Disminuir la huella de carbono	Stefan Naumann Timo Johann Coral Calero	Analizan y proponen definiciones de los términos "Software verde y sustentable" e "Ingeniería de software verde y sustentable", a partir de modelos de referencia conceptual que incluyen un modelo de ciclo de vida de los productos digitales.
	Esfera Ambiental	Edsger Dijkstra Markus Dick	Ingeniería de Software "The Humble Programmer" The GREENSOFT Model: A reference model for green and sustainable software and its engineering
	Bienestar Digital	Giuseppe Riva Andrea Gaggioli Rosa M Baños	A nivel metodológico y aplicado sus investigaciones se centran en el diseño, desarrollo y validación de experiencias digitales que tienen como objetivo promover un cambio positivo a través del placer, el flujo, el significado, la competencia y las relaciones positivas.
	Esfera Social	Martin Seligman Giuseppe Riva Trine Falbe	Teoría del bienestar (Modelo PERMA) Positive technology Ethical Design
	Promover prácticas sustentables para el diseño y uso de TIC	Tom Greenwood Hugues Ferreboeuf Maxime Efoui-Hess Abdulmajid Hissen Mohamed	El desarrollo tecnología digital integrando aspectos sociales, económicos, ambientales e institucionales y ofreciendo oportunidades para interactuar con los objetivos y promover la descarbonización de nuestras sociedades.

Teoría de los Sistemas Complejos(TSC) de Rolando García

Figura 1. La dinámica sistémica del diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración propia (2024)

Una de las principales limitaciones relacionadas dentro de una escala de fenómeno social, es la imposibilidad de controlar los hábitos de los usuarios, entonces, debemos apostar a una concientización relacionada a la significación que tiene el uso de plataformas digitales y a una transferencia de conocimientos sobre sus impactos.

Dentro de una escala temporal se incluye: la que evolución de los dispositivos y las necesidades de implementar infraestructura derivada del crecimiento de los sistemas digitales.

2.1 La metodología inicial: Design Thinking

La filosofía de Design Thinking en el ámbito de desarrollo de sistemas digitales, permite a los diseñadores plantear soluciones de mejora, por ello, forma parte esencial del proceso metodológico propuesto.

Parte de un análisis general que contempla las necesidades de las personas donde se pueden implementar diferentes herramientas para encontrar las problemáticas y obtener las soluciones. La versatilidad y flexibilidad de esta metodología permite utilizarla en búsqueda de una optimización, en principio gráfica, como preámbulo para una optimización energética ya que gracias a la creación de prototipos es posible interactuar con los productos digitales y con ello, identificar su impacto,

posibles áreas de mejora, y usabilidad para conducir a cambios antes de llegar a la etapa de desarrollo final.

De acuerdo con Tim Brown (2008) Design Thinking "es una disciplina que usa la sensibilidad y los métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertirse en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado".

El pensamiento de diseño describe dos formas de resolver problemas (Figura 2): encontrar y hacer (diseño) y analizar y sintetizar (ciencia).

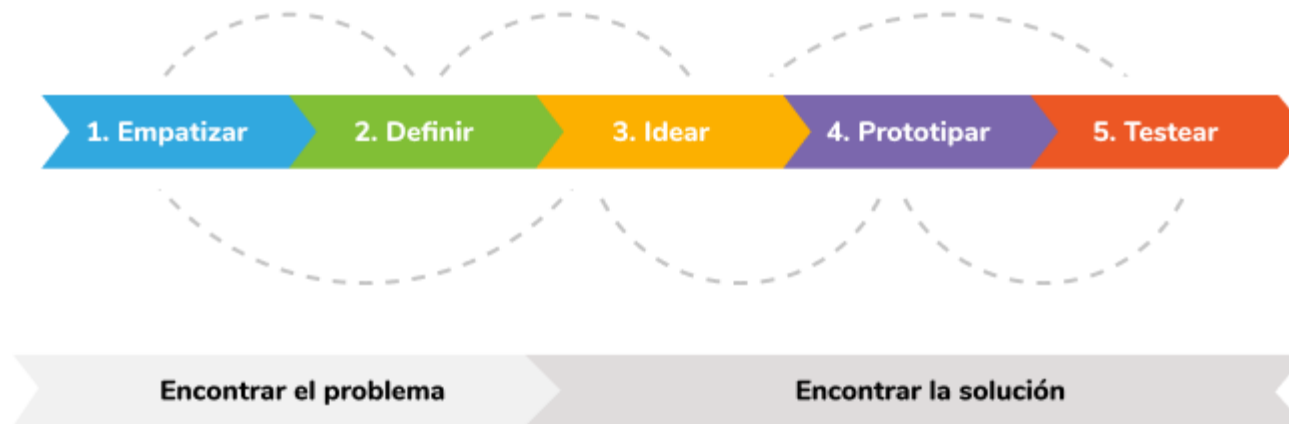


Figura 2. Las Cinco etapas del Design Thinking. Elaboración Propia. A partir de Tim Brown (2008)

Algunas ventajas son:

- Es una técnica clara, flexible, divergente e iterativa.
- Se enfoca en problemas existentes para dar soluciones contextualizadas y alcanzables.
- Encapsula los esfuerzos para pensar de manera fresca sobre las problemáticas, fomentando el pensamiento divergente para generar cambios significativos y no simplemente mejoras sobre los productos.
- Una metodología versátil basada en la imaginación, una filosofía de prueba y error, y aportes colectivos que enriquecen la experiencia.

Desventajas:

- Las herramientas no son definidas y más bien se interpretan y adaptan a diversos contextos, por lo tanto, la calidad de las ideas depende de la capacidad de diversos equipos de trabajo. Gran parte de su éxito radica en la empatía.
- Problemas del muestreo no aleatorio y control del sesgo durante la recopilación de datos.
- Al hacer que el proceso de resolución de problemas sea más comprensible sin conocimientos especializados en diseño o desarrollo (para incluir a gerentes, contadores, usuarios), los resultados se evalúan en términos de valor.

2.2 Descripción de herramientas

Dentro del universo en el que se clasifican los softwares con base en sus fines operativos, los softwares de aplicación tienen la finalidad de resolver necesidades específicas.

La filosofía de experiencia de usuario y diseño centrado en el usuario concentra sus esfuerzos desde la etapa del diseño en crear productos útiles, funcionales y fáciles de utilizar.

La metodología Design Thinking tendrá la siguiente taxonomía:

3 etapas dedicadas a Investigación	2 etapas dedicadas al diseño
Profundidad: 10 instrumentos	7 fases incrementales

La siguiente imagen (Figura 3) describe un esquema general sobre cada etapa y las herramientas que se utilizarán en las mismas:

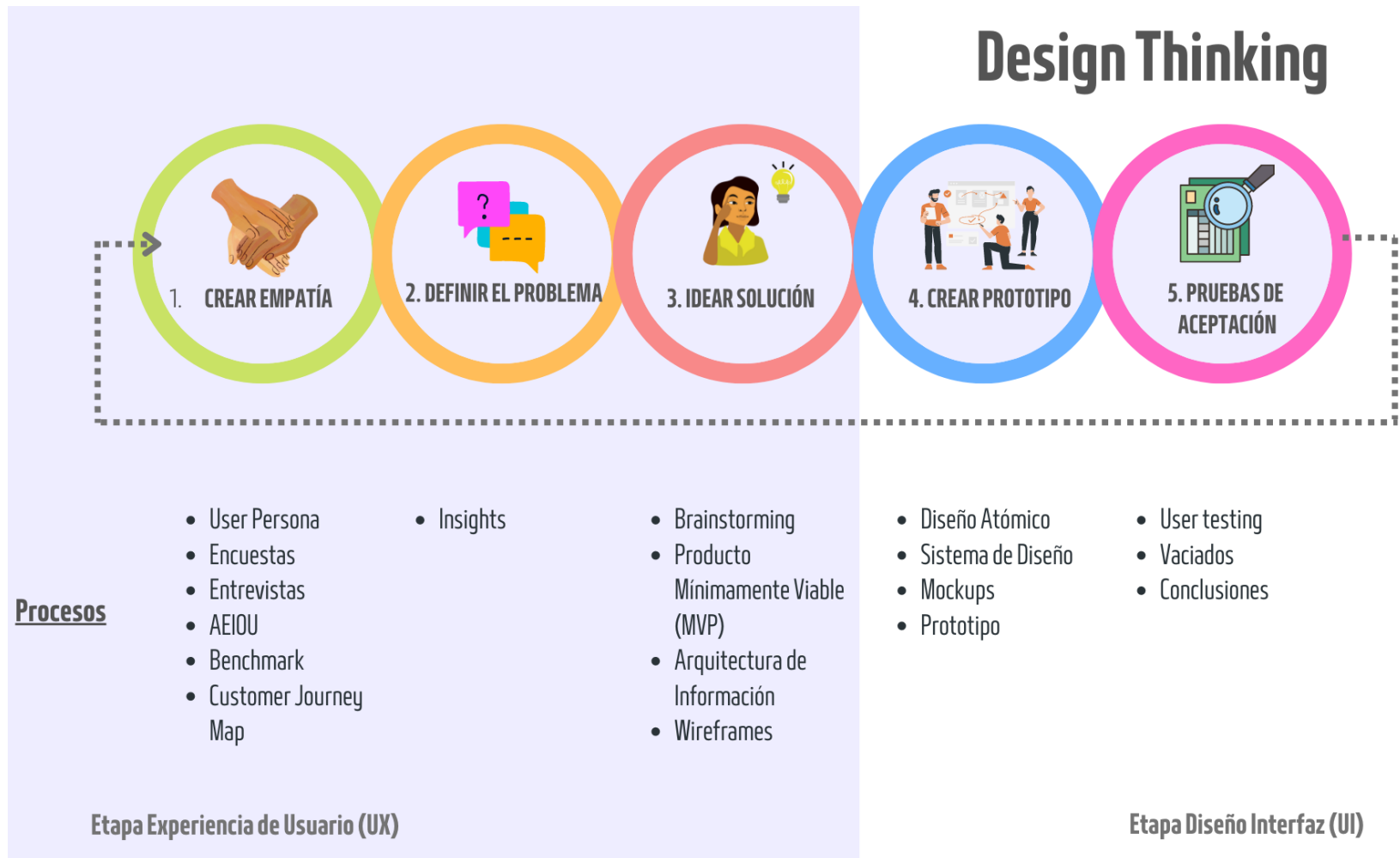


Figura 3. Aplicación de metodología Design Thinking. Elaboración Propia (2024)

El caso de estudio aplicado a esta etapa será una: Plataforma de Streaming de Vídeo. La investigación será desarrollada hasta para toda la fase de experiencia de usuario y con base en los resultados obtenidos se desarrollará una propuesta

preliminar del proceso de diseño de software para la sustentabilidad, posteriormente, se aplicará el proceso a un *focus group* y finalmente se definirá el aporte doctoral.

2.3 Etapa Experiencia de Usuario

A continuación se describen los instrumentos propuestos para la etapa que busca generar la experiencia de usuario:

CREAR EMPATÍA

Tabla 1. Descripción de las herramientas usadas para la fase metodológica: crear empatía. Elaboración propia (2024).

Herramienta	Descripción
Entrevistas	La etapa inicial de recolección de datos se basa en una codificación inicial (abierta) de usuarios afines al sistema digital.
User Persona	Interpretación y segmentación demográfica y psicográfica con el objetivo de definir el <i>focus group</i> basados en las similitudes, objetivos, roles y diferencias entre usuarios actuales o ideales para crear personajes ficticios que garanticen realizar un diseño centrado en el usuario y concentrar los esfuerzos en obtener productos útiles, deseables.
Framework AEIOU	Recopilar datos sobre las actividades, el entorno, las interacciones, los objetos y los usuarios que utilizarán el sistema digital, a través de métodos etnográficos (vídeos, fotos, entrevistas, observación de campo).
Benchmarking	Obtener comparadores de productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones y evidencien las buenas prácticas sobre algún área de interés para tomarse como referencia. La información capturada debe contener la documentación de la arquitectura de información principal de la aplicación a comparar, la paleta de colores, keypoints (todos los aspectos positivos al momento de la interacción), features (ventajas competitivas), Pains (opiniones negativas de los usuarios), un análisis relacionado a las políticas ambientales de la empresa y/o aplicación, así como un análisis sobre prácticas de inclusión, diversidad y accesibilidad.
Encuestas	De acuerdo con (Martínez S. C., 2012) y (Jansen, 2012) el muestreo de diversidad es la aplicación de encuestas de naturaleza cualitativa con el objetivo de representar la diversidad dentro de la temática que se desea abordar buscando una variación significativa. A diferencia de un muestreo probabilístico que busca una distribución variable a partir de niveles de confianza y precisión en función de la heterogeneidad, este muestreo no puede establecerse desde un inicio, sino cuándo la indagación ha terminado, el parámetro que necesita establecerse es un muestreo por saturación definido como “el punto en el cual se ha escuchado ya una cierta diversidad de ideas y con encuesta adicional no aparecen elementos novedosos. Mientras sigan apareciendo nuevos datos o nuevas ideas, la búsqueda no debe detenerse” (Krueger & Casey, 2000). El punto decisivo no es el tamaño de la muestra, sino la

	<p>riqueza de los datos. Por lo tanto, esta metodología establecerá el parámetro de saturación luego de 5 entrevistas que proporcionen información nueva de forma mínima con una similitud igual o superior al 50%.</p> <p>La encuesta deberá estar diseñada con base en los códigos de información obtenido previamente mínimamente bajo las siguientes categorías y estas, deberán explorar la información pertinente y adecuada a el giro del software:</p> <p>Datos Generales Hábitos Digitales Relacionados Experiencia de Usuario Interacción</p>
Customer Journey Map	Plasmar de forma visual el recorrido que realizan los usuarios identificando diferencias en sus experiencias y emociones generadas durante su interacción, con el fin de detectar puntos críticos y elaborar estrategias viables.

DEFINIR EL PROBLEMA

Establecer un equilibrio entre la situación actual y el estado deseado. Identificando el enfoque de los esfuerzos posteriores.

Tabla 2. Descripción de las herramientas usadas para la fase metodológica: Definir el problema. Elaboración propia (2024).

Herramienta	Descripción
Insights	Analizar profunda y críticamente la información previa, mezclando diversos conceptos, a partir de oraciones cortas, sencillas de explicar que requieren un trabajo posterior.

IDEAR SOLUCIÓN

Tabla 3. Descripción de las herramientas usadas para la fase metodológica: Idear solución. Elaboración propia (2024).

Herramienta	Descripción
-------------	-------------

Brainstorming	Aplicación del pensamiento divergente con equipos multidisciplinarios, para generar ideas y proponer soluciones de forma breve. Impulsar la estrategia de diseño a un nivel transformador, integrando y justificar el enfoque ambiental.
Producto mínimo viable	Analizar el impacto en la optimización sobre los costes y tiempo de desarrollo, disminuyendo la incertidumbre y fracasos en nuevos productos al testear las hipótesis de las posibles soluciones dadas en los procesos previos y con ello, establecer las funciones mínimas que va a tener el sistema digital.
Arquitectura De Información	Diseñar a partir de un mapa las categorías de información y su conexión. Esto, ayuda a definir la estructura de navegación y orden de la información para acceder a los bloques de contenido, de forma intuitiva, flexible, consistente y escalable.
Wireframe	Esta versión plasma la propuesta de interacción, usabilidad y arquitectura de información, presentando más estructura respecto a el contenido.

2.4 Etapa Centradas en el Diseño de Interfaz

La idea central sobre la creación de estas etapas es poder concentrarse en elementos individuales y diseñar con máximo detalles sin privilegiar al diseño respecto de la usabilidad y con la posibilidad de crear interfaces coherentes, modulares y reutilizables.

Tabla 4. Descripción de las herramientas usadas para la fase metodológica: Diseño de interfaz. Elaboración propia (2024).

Diseño	Descripción
Diseño de Átomos	Son elementos gráficos con un alto nivel de abstracción imposibles de dividir (por ejemplo, botones, campos de texto, íconos, tipografía).
Diseño de Moléculas	La combinación de un grupo de átomos que se muestran como una totalidad para realizar acciones (por ejemplo, formularios).
Diseño de Organismos	Varias moléculas combinadas para realizar una función (por ejemplo, el encabezado de un sitio que puede contener un buscador, menú, logotipos etc.).
Templates	Un conjunto de organismos que dan estructura y se encuentran unidos para formar layouts (elementos ubicados de forma específica y estratégica en cuanto a la distribución visual).

Mockup	La aproximación más real al producto final posterior al testeo de la arquitectura de la información y la construcción del diseño de interacción. Con una alta fidelidad del estilo visual que incorpora la identidad de las empresas de forma estática.
Prototipo	Esta versión incorpora la interacción, es decir, se conectan las pantallas diseñadas para simular una navegación con el producto real, replicando gestos de interacción natural con ayuda de herramientas digitales.

2.5 Herramienta Digital

La herramienta de la cual se apoyará esta investigación será Figma, una plataforma que dispone de herramientas para documentar todas las fases iniciales de la investigación previa a el desarrollo, y su prototipado posterior, además de implementar herramientas para hacer una edición de gráficos con vectores, todo alojado en la nube y con la posibilidad de compartir los proyectos con equipos de trabajo. Las

características que destaca dicha plataforma es su usabilidad, la maquetación de piezas digitales interactivas, exportar en diversos formatos los proyectos, la implementación de *plugins*, y su amplia versión gratuita.

A continuación, se presenta su ficha técnica:



Modelo de negocios: Gratuito y desde 15 dólares al mes

Idiomas: Inglés, Francés, Alemán, Español

Desarrollador: Figma Inc.

Google Play: 9k descargas 4.1 estrellas

Portabilidad: Aplicación escritorio/web/ móvil (Android y IOs)

La comprobación inicial de la hipótesis se apoya de la metodología Design Thinking, cómo una base que proporcione posteriormente la información para generar el modelo preliminar de diseño de software para la sustentabilidad que sea adaptable para el diseño de cualquier tipo de software, para su posterior comprobación a través de un *focus group*.

CAPÍTULO III. *La
optimización del
software*

El objetivo del presente capítulo es relacionar y dilucidar la problemática ambiental emitida por medios digitales a partir de una investigación documental para reflexionar el impacto y las implicaciones de nuestras prácticas digitales desde lo individual a lo colectivo, a partir de una investigación documental, con el fin de comprender todas las implicaciones e infraestructura que requiere su operatividad y determinar los puntos de inferencia a partir de la optimización desde el diseño,

durante el desarrollo de software. La figura 4 muestra los eventos históricos que convergen la época actual conocida como *la era digital*⁶. Se parte de la tercera revolución industrial y continua con la proliferación de las tecnologías digitales que alcanzan un desarrollo más veloz y evolucionan hacia la miniaturización. La ubicuidad tecnológica⁷ para realizar tareas cotidianas acuña término *internet de las cosas (IoT)*⁸ y se proyecta en el inicio del desarrollo de tecnologías cuánticas.

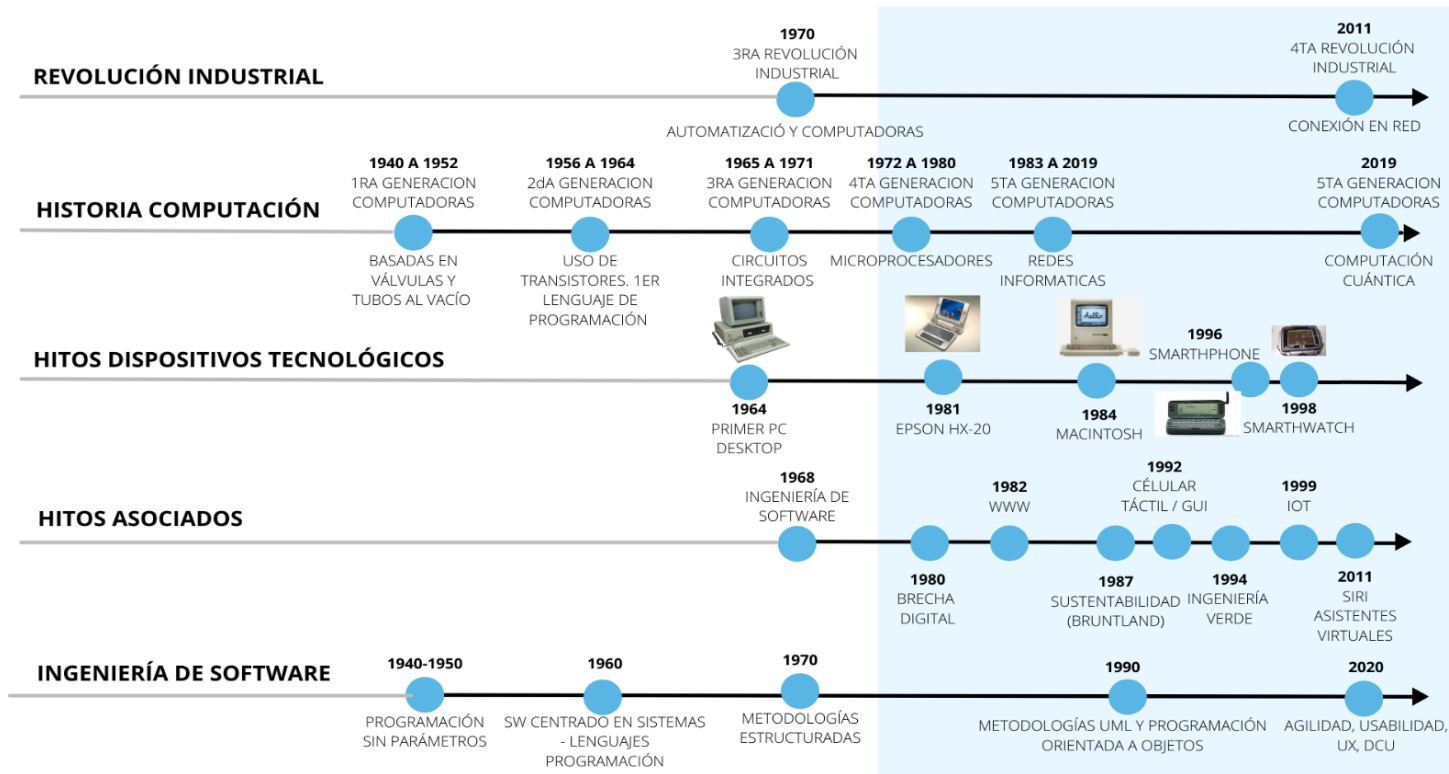


Figura 4. Hitos en la historia, globalización y evolución del software. Elaboración propia 2023.

⁶ Periodo de la historia de la humanidad que a través del internet y tecnologías de la información y la comunicación transforma el entorno social y nuestra forma de interactuar

⁷ Capacidad de intercambio de datos constante e imperceptible a un nivel consciente.

⁸ Dispositivos tecnológicos con sensores que a través del internet se conectan e intercambian información (teléfonos inteligentes, relojes, electrodomésticos etc.)

3.1 Hitos en la historia, globalización y evolución del software

Para comprender la situación actual relacionada a el diseño y desarrollo de tecnología, es importante establecer los hitos a lo largo del tiempo.

Es en la cuarta etapa de la revolución industrial donde surgen las primeras computadoras personales que permiten la interacción hombre – máquina a partir de interfaces gráficas de usuario (GUI)⁹ manipuladas por dispositivos periféricos¹⁰, iniciando una etapa en la historia de la humanidad caracterizada por su productividad y escalabilidad a través de sistemas digitales ejecutados en dispositivos físicos cada vez más livianos y diversos.

En 1968 se propone el término *ingeniería de software*, una rama de la ingeniería que comprende todo lo relacionado con los procesos metodológicos: desde el análisis precedente para la creación de un sistema informáticos, como el desarrollo de

prototipos, implementación y mantenibilidad, con el objetivo de contrarrestar fallas futuras

Tras la adaptación del protocolo TCP/IP¹¹ en 1989, se crea la World Wide Web (www). Las técnicas de programación consideran la concurrencia¹² y la programación orientada a objetos¹³, dando paso a los primeros modelos de gestión de software (UML)¹⁴ buscando la implementación de patrones de diseño considerado etapas para su desarrollo iterativas¹⁵ e incrementales¹⁶, dejando atrás el concepto de desarrollo de software con un enfoque privado y dando paso a la creación de código libre¹⁷ y abierto.

De acuerdo con (Pressman, Ingeniería del Software. Un enfoque práctico, 2010) se puede definir software como “conjunto de instrucciones para programas de cómputo que cuando se ejecutan proporcionan características, función y desempeño buscados”. Las múltiples definiciones pueden ser más, o menos complejas en función de las características del software requerido.

⁹ Interfaces gráficas de usuario (GUI): Entorno visual que permite la interacción humano – computadora a partir de elementos gráficos como imágenes, texto e iconos relacionados metafóricamente con la actividad que se está realizando.

¹⁰ Dispositivos periféricos: Instrumentos de hardware que introducen, obtienen o almacenan y ayudan en la ejecución y administración de datos digitales.

¹¹ TCP/IP: Fragmentación de datos para realizar su intercambio a partir de reglas estandarizadas que permiten establecer comunicación entre equipos conectados en una misma red.

¹² Concurrencia en programación: Sincronización de procesos múltiples para su ejecución de forma paralela.

¹³ Programación Orientada a Objetos: Estilo de programación de donde el código fuente se gestiona de acuerdo con su comportamiento para poder ser reutilizado y evitar su duplicación.

¹⁴ UML: Técnica de modelado visual que representa diversas perspectivas y escenarios de los sistemas informáticos para su fácil interpretación y documentación.

¹⁵ Desarrollo Iterativo: Estilo de gestión flexible de proyecto digitales que elabora, refina y mejora procesos existentes en etapas de desarrollo de software.

¹⁶ Desarrollo Incremental: Estilo de gestión de proyecto digitales que únicamente acepta añadir elementos nuevos.

¹⁷ Código Libre: (O código abierto) basado en la colaboración de dominio público para mejorar los procesos de desarrollo de software considerado aceptable la manipulación del código fuente.

Pressman (2010) propone algunas categorías de software, basadas en los fines prácticos del uso de software, a continuación, se enlistan algunas:

- *Software de sistemas:* Programas que dan servicio a otros programas, con múltiples interfaces y operaciones concurrentes utilizados de forma simultánea por una gran cantidad de usuarios.
- *Software de aplicación:* Resuelven actividades específicas.
- Software de ingeniería y ciencias: Algoritmos “devoradores de números”.
- *Software incrustado:* Funciones limitadas por diversos tipos de hardware que buscan ejecutar tareas particulares (por ejemplo, el tablero de un centro de lavado).
- Software Social: Engloba herramientas que facilitan la interacción y colaboración social, la mayoría de las veces con objetivos de entretenimiento.
- *Aplicaciones web:* centradas en redes, integran bases de datos corporativas y distribuidas que requieren una conexión a internet.
- *Software de Inteligencia Artificial:* Basada en algoritmos no numéricos para resolver sistemas complejos que demuestran teoremas, reconocen patrones etc.

Su producción requiere de conocimiento en lenguajes de alto nivel¹⁸ y se apoya de poderosos entornos de desarrollo (IDE)¹⁹ capaces de compilar las instrucciones para traducirlas en un lenguaje máquina (binario, a partir de 0 y 1).

¹⁸ La traducción de palabras en idioma inglés para poder programar en un idioma comprensible.

¹⁹ Entornos de desarrollo (IDE): Editor de código fuente que proporciona servicios integrales para automatizar, compilar, depurar, simular y corregir

La tecnología se posiciona dentro de un mercado industrializado cuyo objetivo es automatizar todo tipo de actividades, en paralelo emerge toda la infraestructura que conforma las telecomunicaciones y permite acceder a grandes depósitos de información alrededor del mundo.

3.2 *La intrínseca relación entre hardware y software*

Es fundamental analizar la separación que existe entre el software y el hardware, dos objetos íntimamente ligados, pero de una naturaleza distinta. La operación de un software requiere de un dispositivo físico para poder ejecutarse y los dispositivos físicos sin software, no cumplen ninguna función, sin embargo, la naturaleza de estos dos elementos interrelacionados es distinta:

El software es un elemento intangible e inmaterializado, su desarrollo está basado en el intelecto humano a partir de la abstracción y la conceptualización, no sufre desgaste, en cambio, está sujeto a una tasa de fallas que pueden ser derivadas de poca planeación sobre su evolución incremental, solicitud de cambios, y poca planeación metodológica durante su etapa de diseño. Su costo de producción es bajo considerando la vida útil y la funcionalidad que aporta.

El hardware es un elemento físico cuyo desarrollo forma parte de una cadena de producción masiva y estandarizada. La necesidad de renovación constante y la amplia variedad aumenta los precios de oferta y demanda.

errores humanos identificados en tiempo real durante el momento de desarrollo de software.

Las notables mejoras en el funcionamiento operacional del software incrementan el consumo de memoria, desencadenando la necesidad de reemplazar los diversos dispositivos, lo conocido como obsolescencia programada. Su construcción pretende automatizar procesos de forma genérica, sin embargo, el proceso de interacción en ambos casos es automatizado. Ambos elementos mantienen una relación de interdependencia, ya que son el producto y el vehículo para ejecutar diversas tareas de otros productos, distribuyendo la información y transformando los datos. Resulta relevante destacar que la calidad del desarrollo de ambos se logra alcanzar y optimizar durante etapas tempranas de diseño.

Las tendencias tecnológicas apuntan a la computación en un mundo abierto, ubicuo, distribuido y comunicado por enormes redes que desafían la mejora en el diseño de la arquitectura de la información, se proliferan rápidamente, y conservan millones de datos apoyadas en servicios de Cloud Computing²⁰.

La interrelación representa un riesgo, por un lado, la automatización de tareas que provee el software se percibe como una palanca en el ámbito del desarrollo económico, pero su intrínseca relación con el número de dispositivos por persona aumenta en paralelo con la infraestructura (terminales, servidores) necesaria para su operatividad, esto tiene una repercusión negativa en los impactos ambientales y en la transformación psicosocial derivada de la desmaterialización, que no permite comprender las repercusiones de su ubicuidad.

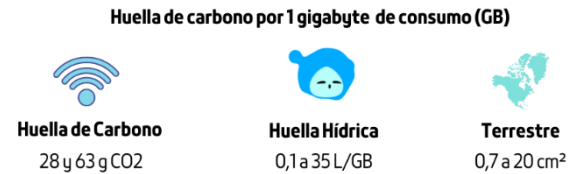


Figura 5. Consideraciones y huella de carbono por 1 GB de consumo de internet. Elaboración propia a partir de (Obringer, y otros, 2021)

3.2 Prácticas Digitales Insostenibles

El uso del software por parte de los usuarios (sobre todo cuando este tiene fines de entretenimiento) no puede ser regulado; es imposible limitar a los usuarios. La mayoría de los dispositivos móviles cuentan con opciones para llevar registros relacionados al tiempo de uso, los cuales desglosan el tiempo inclusive por cada una de las aplicaciones utilizadas, el objetivo es ayudar a los usuarios a entender el uso que le dan a la tecnología y el tiempo que pasan usándola. A continuación se documentan las emisiones que tiene realizar estas prácticas y algunas cifras relacionadas iniciando por las plataformas de *Streaming de Video*, uno de los entornos con más emisiones, tráfico de usuarios y tiempo de reproducción.

²⁰ Cloud Computing: Tecnología que necesita internet para acceder remotamente a software, almacenamientos de archivos y bases de datos disponibles en servidores remotos que brinde servicio a múltiples usuarios.

Netflix reportó un aumento del 16% de tráfico diario entre enero y Marzo 2020 y Zoom experimento una triplicación de uso.

La huella de carbono global podría crecer hasta 34,3 millones de t de CO2 si el trabajo remoto continúa hasta finales de 2021

NETFLIX



Una transmisión con calidad Ultra HD o 4k durante cuatro horas al día daría como resultado una huella de carbono mensual de 53 kg CO2

Si 70 millones de suscriptores bajando calidad de vídeo = reducción mensual de 3,5 millones de t de CO2. Aproximadamente el 6% del consumo mensual total de carbón en los EE. UU.

Figura 6. Consumo de recursos digitales a través de plataformas de streaming. (Obringer, y otros, 2021)

Es importante reflexionar: De acuerdo con (Azqueta, 2002) el planeta Tierra consta de una cuarta parte de su superficie productiva: existen 12.600 millones de hectáreas productivas, incluidas áreas marinas y tierra firme. Los seres humanos no son los únicos habitantes del planeta, por tal motivo, el cálculo estimado de preservación que debe mantenerse inalterada para mantenerse el equilibrio es de al menos, el 10% de esta superficie para otros seres vivos, lo que supone que quedan 11.340 millones de hectáreas disponibles para los seres humanos. Si se divide esta cifra entre los habitantes del planeta, se vería que a cada persona le corresponde cerca de unas 1,7 hectáreas, de las cuales 0,25 ha serían de uso agrícola, 0,6 de prado, 0,6 de bosque y el resto estaría destinado a terrenos modificados (ciudades, carreteras, fábricas, monocultivo...).

“La huella ecológica mide “la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una

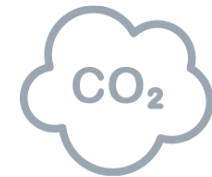
determinada comunidad, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de donde estén localizadas estas áreas”. (Azqueta, 2002)

De acuerdo con otros estudios: si se empleara el agua, la madera, los alimentos y, en definitiva, el conjunto de bienes que pueden producir esas 1,7 ha de forma sustentable, se podría pensar que se mantienen dentro de la capacidad de carga del planeta. (Martínez Castillo, 2007).

Estudios recientes, relacionados a el crecimiento y uso de medios digitales derivados del Covid-19, podemos mencionar:



Los aumentos globales relacionados con Internet relacionados con COVID-19 requieren hasta 42,6 millones de MWh de electricidad adicional para los centros de datos de Internet y la transmisión anualmente



Los aumentos globales de Internet relacionados con COVID-19 tienen una huella de hasta 3,2 millones de toneladas métricas de CO2, 1,8 billones de L de agua y 100 millones de m² anuales

Para realizar cálculos más precisos es recomendable estudiar poblaciones particulares, en función de su extensión territorial, categorías de consumo, desechos y número de habitantes para obtener una huella per cápita.

Trasladar estas mediciones dentro de un entorno virtual que tiene múltiples capas que involucran infraestructura,

conurrencia de usuarios quienes son los principales actores que pueden invertir el rumbo de los indicadores derivado de sus hábitos de consumo resulta demasiado complejo.

Los avances tecnológicos relacionados al uso de hardware y software contribuyen de forma positiva en la vida humana, pero su contribución derivada de la enorme cantidad de usuarios en el mundo tiene una contribución negativa al medio ambiente, resulta casi imposible limitar a los usuarios.

La evolución de los dispositivos de acuerdo con de la ley de Moore y su introducción ubicua, sugiere que los centros de datos globales podrían consumir entre 658 TW y 752 TW por hora para 2030. (Batmunkh, 2022).

Batmunkh (Carbon Footprint of The Most Popular Social Media Platforms, 2022) determina el cálculo de la huella de carbono de las aplicaciones más populares por hora de visualización por hora según cuatro métodos (Ferreboeuf y otros, Lean ICT - Towards digital sobriety, 2019), (Andrae & Edler, 2015), (Obringer y otros, 2021), (Andrae A. S., 2019).

Los resultados destacan que el dióxido de carbono emitido por hora de YouTube es menor que el de Netflix (esto ocurre por la calidad de la resolución de los formatos de vídeo que la plataforma maneja), pero su cantidad aumenta si los videos de YouTube tienen más usuarios o reproducciones respecto a Netflix. Y esto determina una enorme variación en el tráfico de cada plataforma.

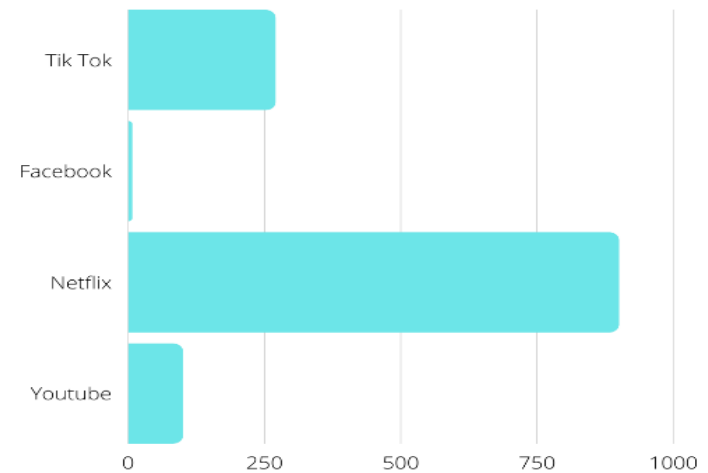


Figura 7. Gramos de CO2 consumido en promedio por hora de acuerdo con cada plataforma (Batmunkh, 2022)

3.2.1 Sobre el envío y recepción de correos electrónicos...

El spam es una constante en correos electrónicos de uso personal o con fines empresariales. El reconocimiento de su ciclo de vida formula una contribución clave en temas ambientales, ya que la conservación de información innecesaria requiere del uso de toda la infraestructura, servidores físicos y equipos locales, como se observa en la figura 8.

El uso anual de energía de spam asciende a 33 mil millones de kilovatios-hora (KWh), o 33 teravatios-hora (TWh). Eso es equivalente a la electricidad utilizada en 2.4 millones de hogares en los Estados Unidos. (McAfee, 2009).

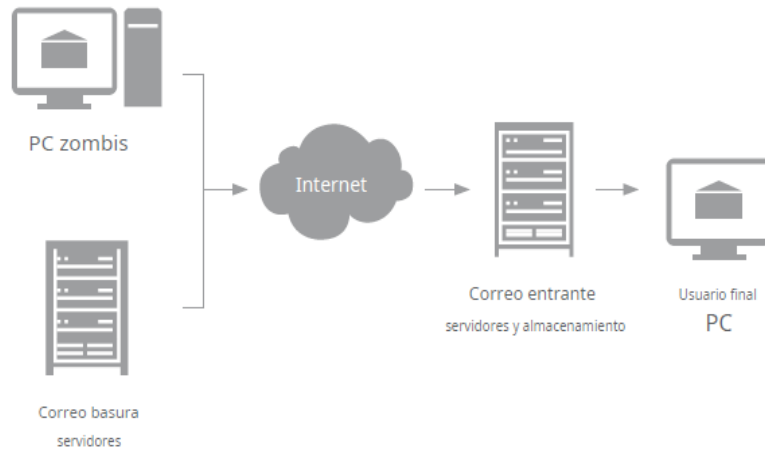


Figura 8. Ciclo de vida del spam (McAfee, 2009)

La desmaterialización pretende convertir productos físicos en bienes virtuales interpretándose como una reducción en el impacto ambiental, la situación desemboca en la omisión de los dispositivos y todo el ciclo de los mismo que logran que estos recursos existan. Kallis (2015) señala que “Una razón por la que la desmaterialización es muy difícil es porque cuanto más eficiente se vuelve una economía, más recursos puede consumir”. No es posible definir si leer un libro físico derivado de todo su proceso de ciclo de vida contamina menos que un libro virtual, ya que es difícil estimar parámetros sobre cuántas personas podrán leer el libro físico y cuántas pueden acceder a libro digital, así como la velocidad de la lectura y las características de cada dispositivo en el que pueda leerse (parámetros que varían para cada libro y usuario). Acciones como eliminar el spam y vaciar la papelería contribuyen a una liberación de memoria que repercute en menor espacio con

relación a la infraestructura física. A continuación se exponen dos casos de estudio por Liu, Gailholfer, Gensch, & Köler (2019):

AGRICULTURA INTELIGENTE

Se aplica en búsqueda de la solución de problemas y solución ambiental derivado de la reducción de emisiones de energía, ahorro de agua, reducción y precisión de uso de productos químicos, monitoreo y diagnóstico de los cultivos, la mediciones respecto a los beneficios suelen enfocarse a la parte cualitativa omitiendo los impactos ambientales indirectos asociados (aumento de dispositivos TIC, drones, sensores, mayor transmisión de datos y la frecuencia de su reparación y mantenimiento) esto requiere una evaluación holística adicional.

VEHÍCULOS CONECTADOS Y AUTOMATIZADOS

Pueden llegar a ser más eficientes energéticamente porque facilitan operaciones que mejoran la economía del combustible (adaptación inteligente de velocidad, reducción de arranques, optimización de rutas) y de forma general se asume que la automatización mejora los resultados ambientales, pero esto depende de la fuente de generación de energía y la infraestructura de carga. Estos vehículos son supercomputadoras que generan y transmiten un volumen de datos de hasta 4 terabytes (TB) por día, su gestión de datos incluye: conectividad inalámbrica con antenas y coches cercanos, parquímetros, semáforos y centros de datos perimetrales (Miller, 2017).

Los avances tecnológicos conducen a un uso más eficiente de los recursos, reduciendo su costo, pero aumentando la demanda de este.

3.3 Dilucidar la Infraestructura Invisible

Los cables submarinos actuales que conectan por medio de internet y diversos servidores utilizan fibra óptica y alcanzan una velocidad de hasta 160 terabytes por segundo, las grandes empresas tecnológicas (Amazon, Facebook, Google y Microsoft) son nuevos generadores de esta infraestructura.

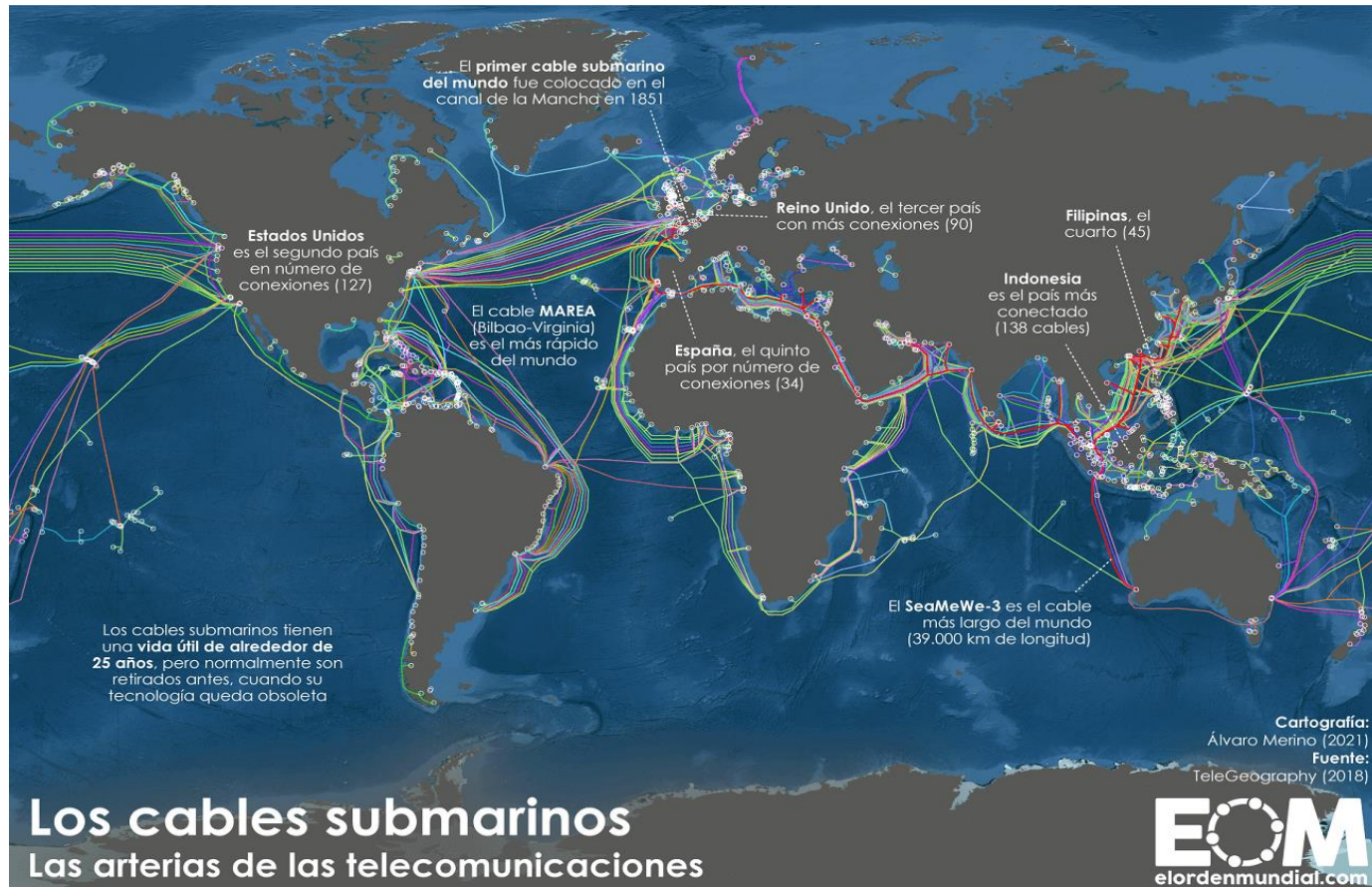


Figura 9. El mapa de los cables submarinos en el mundo (Merino, 2021)

Otro aspecto relevante es la percepción sobre la tecnología se relaciona con el desarrollo económico, como una solución para realizar tareas de forma más rápida, y con crecimiento. Todo esto genera una transformación psicosocial (el uso de tecnología se vuelve una extensión personal) donde se subestiman los impactos derivados desde: infraestructura necesaria para su operatividad, cantidad de dispositivos

promedio por cada persona a nivel mundial, conectividad inalámbrica por medio de satélites, módems, y redes inalámbricas, todos los datos que almacenamos diariamente, dispositivos del internet de las cosas implementados en casas domóticas, ciclo de vida de los software, datos y aumentos en tasas de consumo de dispositivos electrónicos con ciclos de vida cortos, así como pocas opciones de reparación.

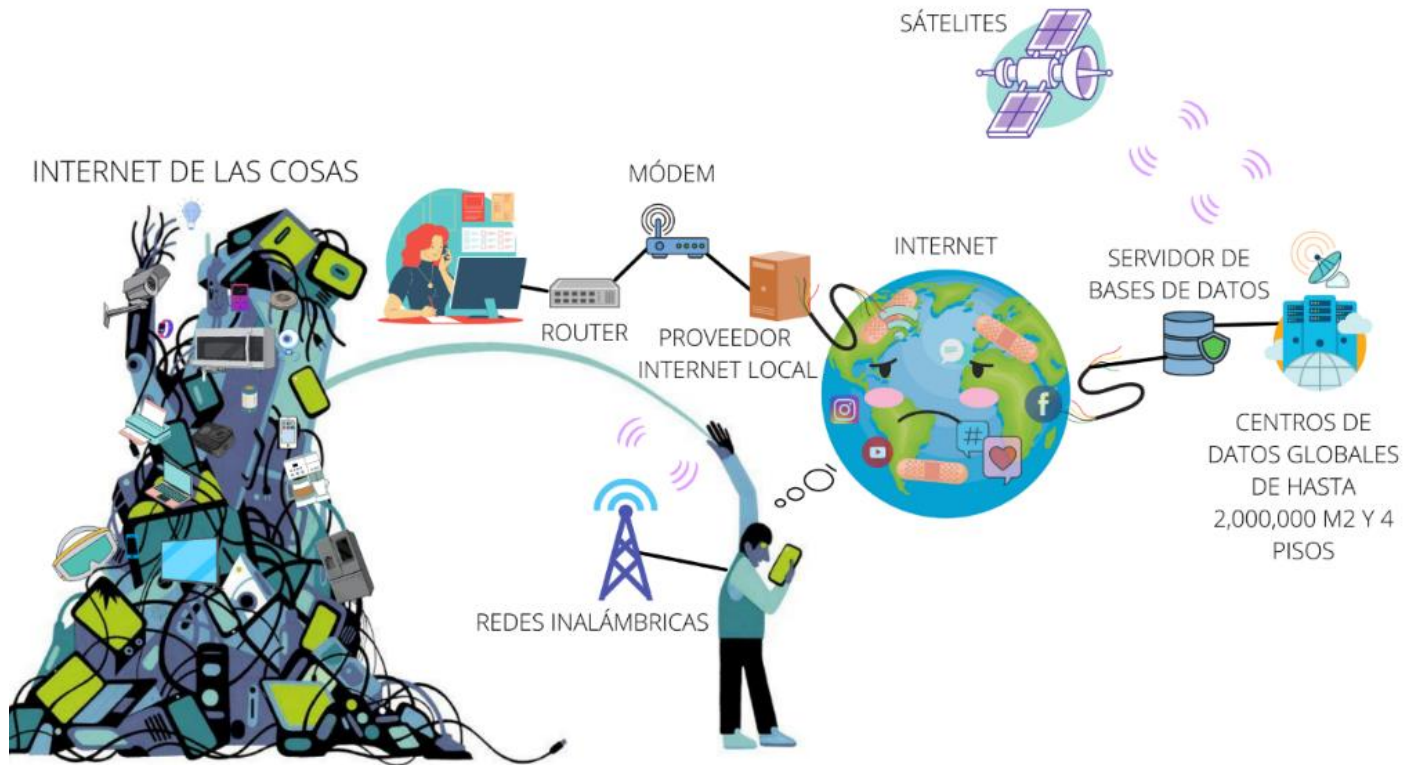


Figura 10. Infraestructura Invisible. Elaboración propia (2024)

3.4 Desperdicio y emisiones globales

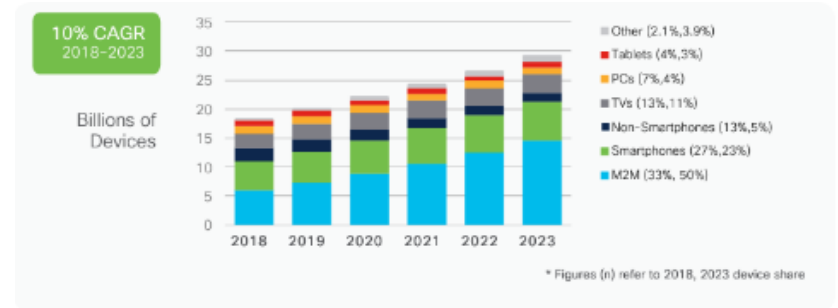
El diseño de software implica la consideración de uno de sus elementos esenciales para su funcionamiento: el hardware, y este parte desde todos los dispositivos electrónicos generados para su ejecución desde la perspectiva que brinda la ubicuidad del internet de las cosas.

El informe con estadísticas anuales por (We Are Social, 2024), destaca la siguiente información:

El tiempo promedio de **uso** es de **6:40 h por persona al día**, los objetivos principales se centran en la búsqueda de información, mantenerse en contacto con amigos y familiares, así como, ver vídeos sobre ¿cómo hacer? diversas actividades. El uso de redes sociales promedia 02:23 h.

Existen 5.61 **mil millones** de usuarios con dispositivos móviles en el mundo el 69.4% de la población mundial utilizando medios digitales. Y 5.35 mil millones usando internet.

La figura 11 muestra el crecimiento global de diversos dispositivos hasta el 2023, destacando el incremento de smartphones, sin embargo, el mayor crecimiento se encuentra en el ámbito del M2M (Machine to Machine) un concepto que hace referencia al intercambio de información entre dos dispositivos:



Source: Cisco Annual Internet Report, 2018-2023

Figura 11. Cisco. Crecimiento global de dispositivos y conexiones (2018-2023)

De acuerdo con el reporte anual de internet de (Cisco, 2023), por cada persona existe un promedio de **1.6 dispositivos** móviles en el mundo, y se estima que en 2023 pasará a 3.6 (figura 12).

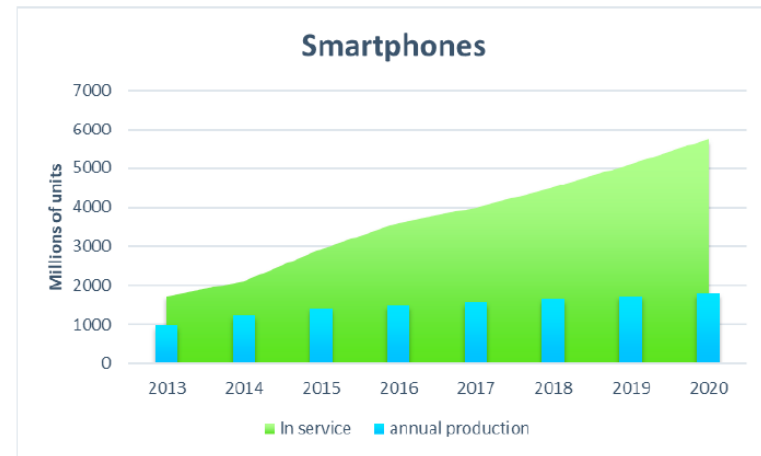


Figura 12. Producción de dispositivos móviles

UNA TABLA PERIÓDICA EN TU BOLSA

La huella de carbono debe considerar el ciclo de vida, como se ha mencionado, los dispositivos móviles representan la mayor demanda de fabricación y uso a nivel mundial. La producción de cada uno representa la explotación de diversos elementos como: silicio, el gráfico de las baterías, el galio para iluminar las pantallas y diversos amplificadores de radiofrecuencia como el cobre, para conducir la electricidad.

La pantalla de estos dispositivos esta compuesta por silicato de aluminio, silicicio, iones de potasio etc.

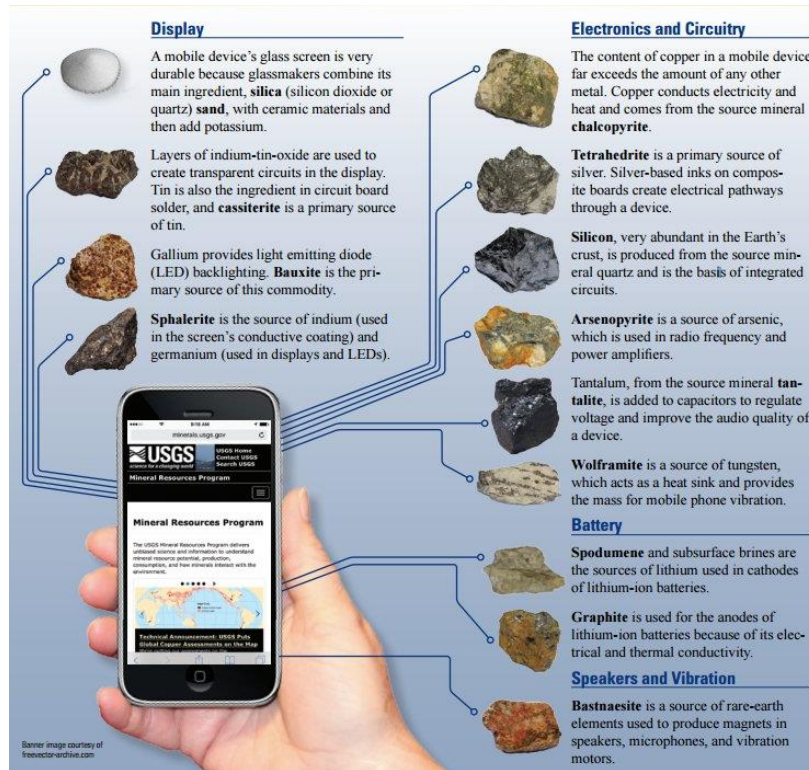


Figura 13. Los minerales que utilizan los smartphome (Geodiver, 2022)

(Liu y otros, 2019) “La extracción de metales en bruto(cobalto, paladio, tantalio, plata, oro, indio y magnesio y otras materias primas críticas (CRM)), así como la producción de componentes microelectrónicos, especialmente circuitos integrados son los principales contribuyentes al agotamiento de fósiles, agotamiento de recursos abióticos, calentamiento global, eutrofización de agua dulce, toxicidad humana, toxicidad de agua dulce, toxicidad marina y toxicidad terrestre”

Con base en la ley del Moore (1975) basada en una densidad cada vez menor de los transistores y su progresión exponencial respecto a su capacidad (aumentando la capacidad de los microprocesadores, haciendo estos, mas eficientes, economicos y rápidos). El desarrollo de la industria microelectrónica miniaturiza los dispositivos móviles, y en consecuencia, la cantidad de metales de un componente el reciclaje se vuelve más difícil, esto aumenta su contaminación.

Los desechos electronicos comprenden una gran variedad de productos relacionados con el internet de las cosas, dispositivos que consumen energia electrica y utilizan software. Las cifras varian de acuerdo con el nivel de ingresos, lo cual impacta en el tamaño promedio de las familias (en dolares) y

considera refrigeradores, equipos portatiles, focos, lavadoras, microondas y telefonos moviles.



Figura 14. Figura 12. Global average number of selected appliances owned per capita, by country's income level (Fortu y otros, 2020)

Todas estas tecnologías y hardware es gestionado gracias al software. El proyecto The shift project analiza el consumo de energía digital, basados en una actualización esperada y un incremento alcanzando su punto máximo, lo que los lleva a proyectar un panorama donde la sobriedad digital logra ser regulada, con una notable disminución.

Digital energy consumption

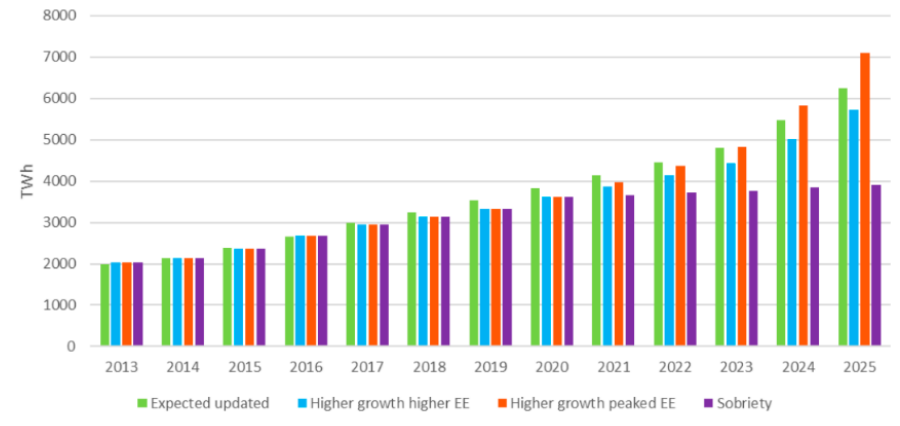
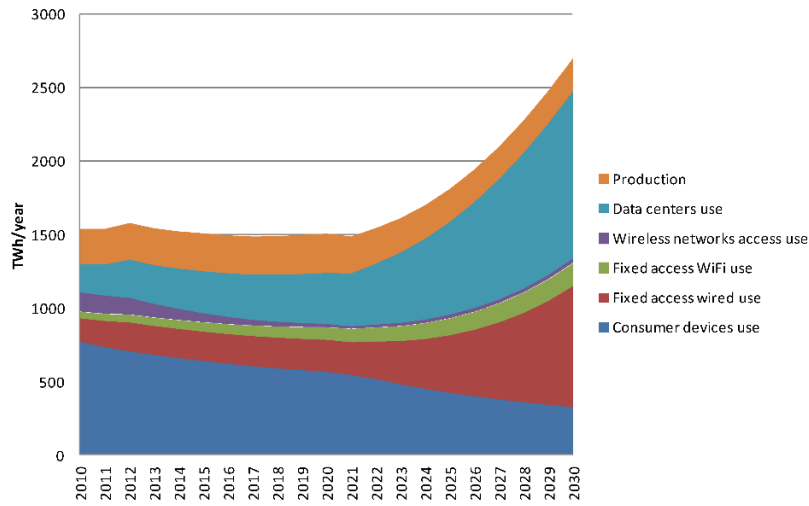


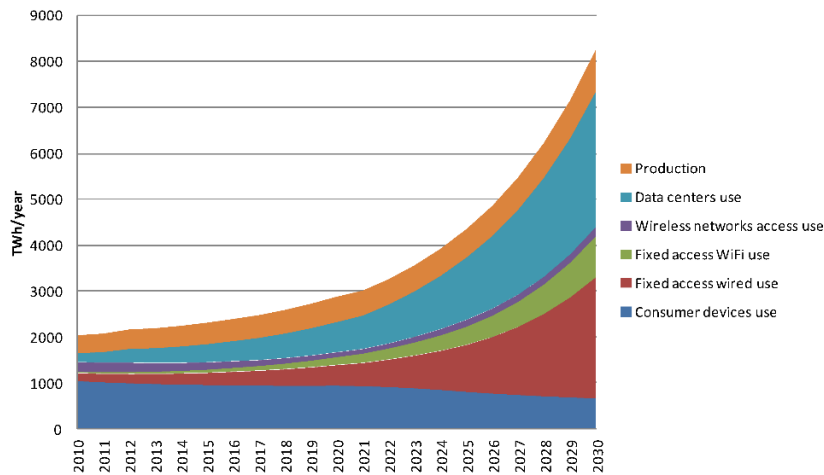
Figura 15. Consumo de energía digital, una proyección 2013-2025. (Ferrebœuf, Lean ICT: Towards digital sobriety, 2019)

Best Case scenario CT electricity



(a)

Expected case scenario CT electricity



(b)

Se muestra el escenario esperado (figura b) respecto al consumo de energía eléctrica a nivel mundial, así como una proyección del mejor escenario (figura a) en el siguiente orden: producción, uso de centro de datos, acceso a redes inalámbricas, acceso con cable fijo y uso de dispositivos de consumo.

Figura 16. Escenarios de consumo de energía eléctrica a nivel mundial. (Ferreboeuf, Lean ICT: Towards digital sobriety, 2019)

Existe un riesgo real de escenarios en los cuales inversiones cada vez más masivas en tecnologías digitales contribuirían a un aumento neto de la huella de carbono del sector digitalizado. (EE = energy expected)

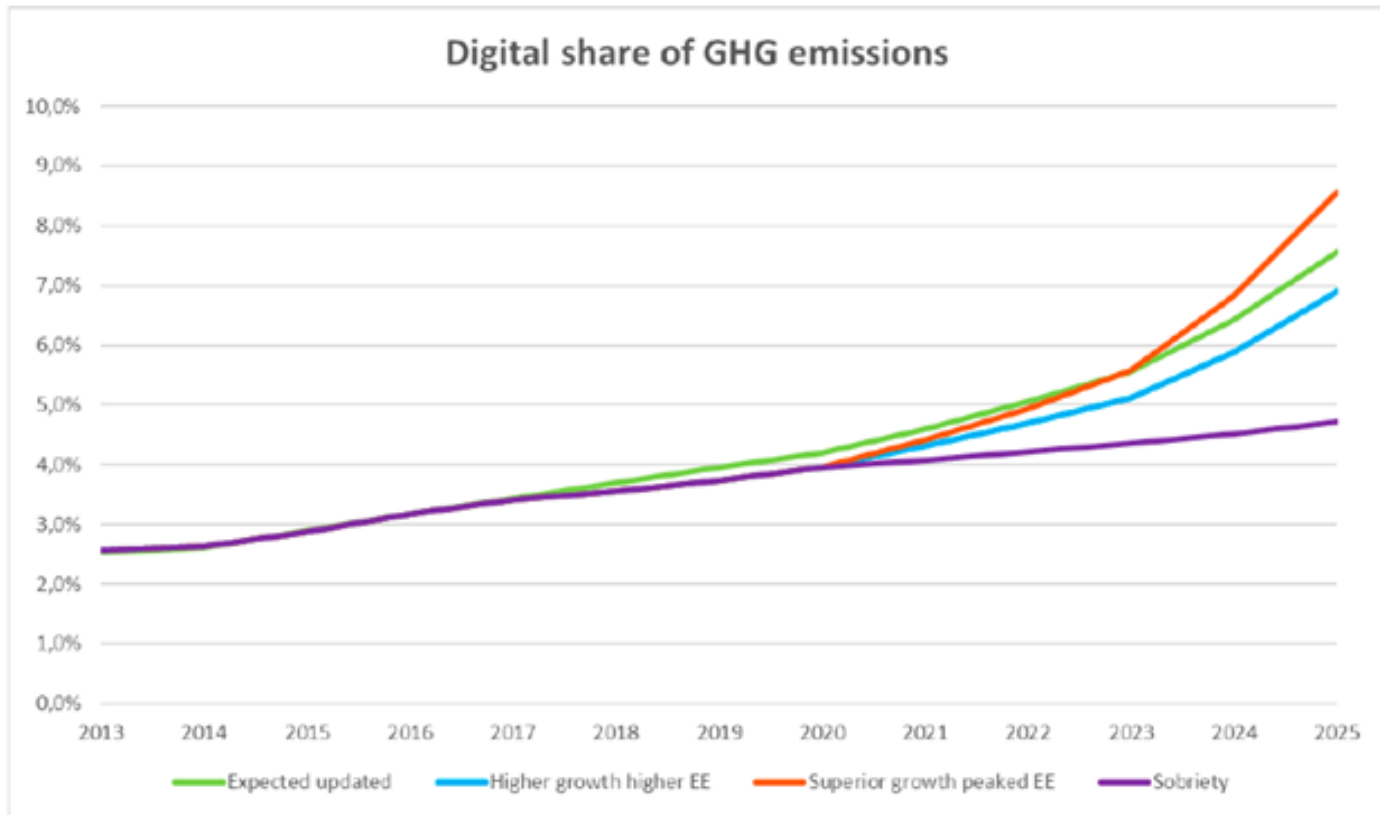


Figura 17. Emisiones digitales de gases de efecto invernadero. (Ferrebœuf, *Lean ICT: Towards digital sobriety*, 2019)

3.5 En búsqueda de la Sustentabilidad

El término “tecnología” es empleado de manera tradicional por gran parte de la sociedad para hacer referencia a esa innovación que permite facilitar la vida de los seres humanos, desarrollar instrumentos sofisticados, y por supuesto sumar en pro del medio ambiente. Sin embargo, analizar el impacto de esta nueva revolución digital sobre la sociedad y el medio ambiente, resulta indispensable para abrir caminos hacia nuevas perspectivas sobre su uso responsable en términos energéticos a nivel mundial, entonces, ¿De qué manera podemos utilizar esta potente herramienta para crear nuevas perspectivas ambientales que colaboren en el crecimiento y desarrollo sustentable? La temática ambiental es compleja porque abarca muchos aspectos de la realidad que ocurren en simultáneo y con interrelaciones no del todo comprendidas. El papel social frente a la tecnología ha generado vertiginosas brechas digitales involucrando y dividiendo la esfera social de la sustentabilidad en: la sociedad del conocimiento, y la información, las diferencias que establecen las mismas, con una serie de factores sociales, económicos políticos y tecnológicos relacionados, impactan directamente en la economía y el medio ambiente. No es posible modificar los hábitos de los usuarios, sin embargo, el diseño de software posibilita una transformación de la tecnología que estos utilizan, de esta manera la tecnología y su distribución masiva se vuelve una poderosa herramienta.

Esta investigación plantea acciones que complementen para optimizar la tecnología, dirigidas a las 3 esferas ambientales reconocidas formalmente (social, ambiental y económica) en el

más profundo sentido dirigido a programadores, desarrolladores, empresas, gobiernos y comunidad científica.

3.6 Optimización Infraestructura

Como se ha explicado previamente es importante analizar todas las vertientes relacionadas en torno a la relación intrínseca entre hardware y software. A continuación se profundiza en los factores que intervienen y se relacionan particularmente con el hardware, lo cual, va más allá de los dispositivos que se utilizan para su interacción, sino que abarca toda la infraestructura relacionada y diversos procesos de ciclos de vida.

3.6.1 Ciclo de vida software

Es indispensable comprender que el software necesita del hardware para funcionar. Y las decisiones de diseño deben considerar el ciclo de vida de ambos en todas las escalas, ya que la carga y descarga de datos es un factor de consumo energéticos. Para comprender la problemática en torno al papel del diseño dentro de las tecnologías digitales es necesario analizar su ciclo de vida (Figura 18).



Figura 18. Ciclo de vida básico de un software. Elaboración propia (2024)

El ciclo de vida básico de un software es visto como una metodología secuencia que inicia definiendo los objetivos respecto a las tareas que desean realizarse, y continua con un análisis, diseño, programación, diversas pruebas, su implementación, y mantenimiento, un ejemplo de un sistema cerrado que no requeriría un mayor esfuerzo ni nuevas implementaciones. Sin embargo, su diseño y desarrollo tendría como resultado un producto validado conforme a las necesidades de los clientes.

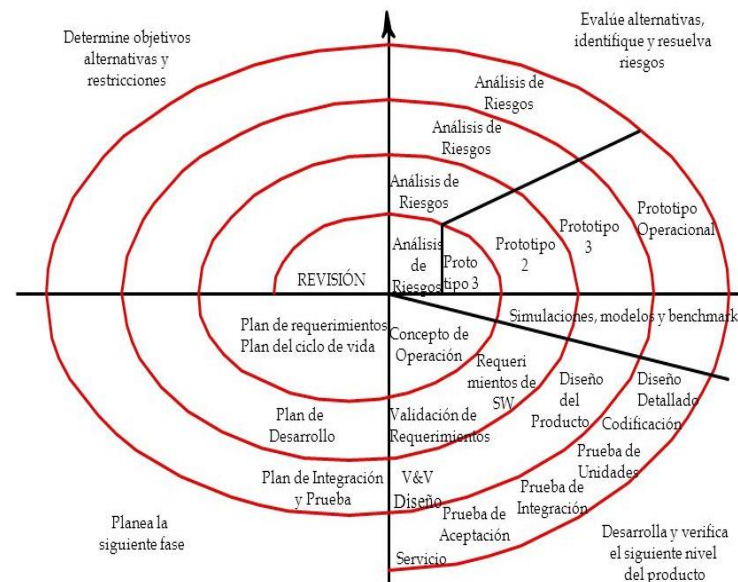


Figura 19. Modelo de proceso en espiral (Bohem, 1988)

3.6.2 Ciclo de vida data science

Data Science es aplicar la estadística con el objetivo de extraer datos que puedan ser interpretados cualitativa o cuantitativamente con el objetivo de aumentar la productividad y competitividad. Lo cual requiere una concentración de datos histórica que es alojada en servidores físicos ya que el entrenamiento de sistemas de inteligencia artificial requiere enormes cantidades de datos para entrenar. La figura 20 muestra el ciclo de vida de los datos:

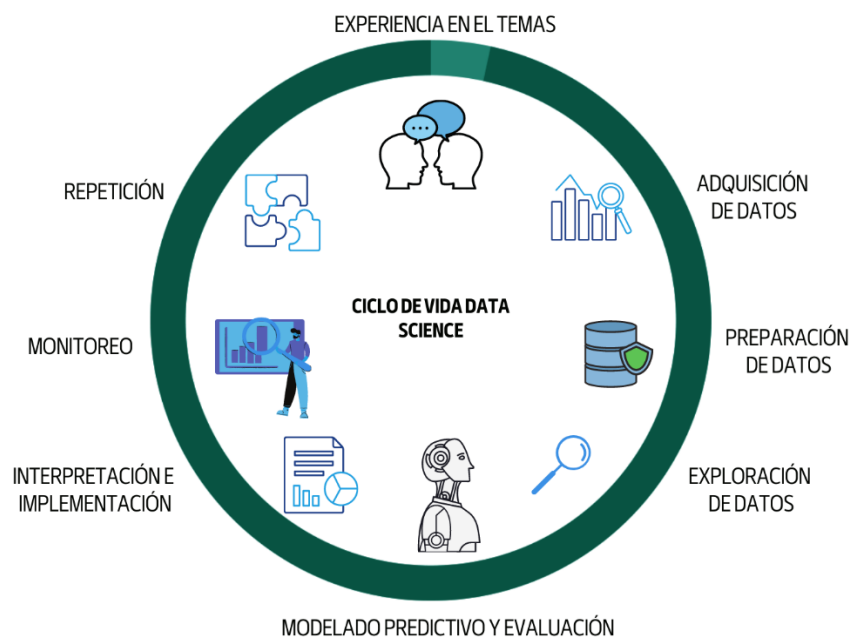


Figura 20. Ciclo de vida data science. Elaboración propia a partir de (Alteryx, 2022)

El ciclo de vida de estos datos inicia con la comprensión del problema que se intenta resolver para definir la estrategia y fuentes de captación de los datos, dando paso a la adquisición de estos. Durante la preparación de datos se limpian y combinan para descartar valores atípicos y/o volver a la fase de adquisición en caso de ser necesario. Durante la exploración se identifican los patrones que dan paso a la interpretación de resultados que debe responder a la pregunta inicial en búsqueda de un modelo de implementación que ayudará a las partes interesadas en la toma de decisiones. El monitoreo es una etapa de la cual se espera que estos modelos, sigan recibiendo nuevos datos y se ajusten, desde este punto comienza un ciclo que se repite y que aumenta a los sistemas

de inteligencia artificial para mejorar su precisión, lo cual conduce a la formulación de nuevos cuestionamientos para una toma de decisiones cada vez más precisa.

“Los centros de datos a escala empresarial representan aproximadamente la mitad del uso de energía empresarial y la huella de carbono resultante... la virtualización es una técnica que permite a combinar varios sistemas físicos en una máquina virtual que se ejecuta en un sistema base único y potente, lo que reduce significativamente el consumo de energía” (Spangenberg y otros, 2010).

3.6.3 Ciclo de vida desechos electrónicos

Los residuos electrónicos, su separación y la dificultad del reciclaje, hace que sea una problemática compleja, a continuación se muestran los datos (en kilogramos) per cápita de producción de desechos por cada país, encabezado por China y Estados Unidos.

Los países que generan más basura electrónica

Ranking de países según el volumen de residuos electrónicos generado en 2019 (en miles de toneladas métricas)

		Kg per cápita
China	10.129	7,2
Estados Unidos	6.918	21,0
India	3.230	2,4
Japón	2.569	20,4
Brasil	2.143	10,2
Rusia	1.631	11,3
Indonesia	1.618	6,1
Alemania	1.607	19,4
Reino Unido	1.598	23,9
Francia	1.362	21,0
México	1.220	9,7
Italia	1.063	17,5
España	888	19,0
Turquía	847	10,2
Corea del Sur	818	15,8

Fuente: The Global E-waste Monitor 2020



statista

Figura 21. Lo países que generan más basura electrónica (UNITAR, 2020)

A continuación, se muestra un análisis de las etapas propuestas de ciclo de vida de un producto por (Leonard, 2002), enfocado a la problemática de diversos desechos electrónicos.

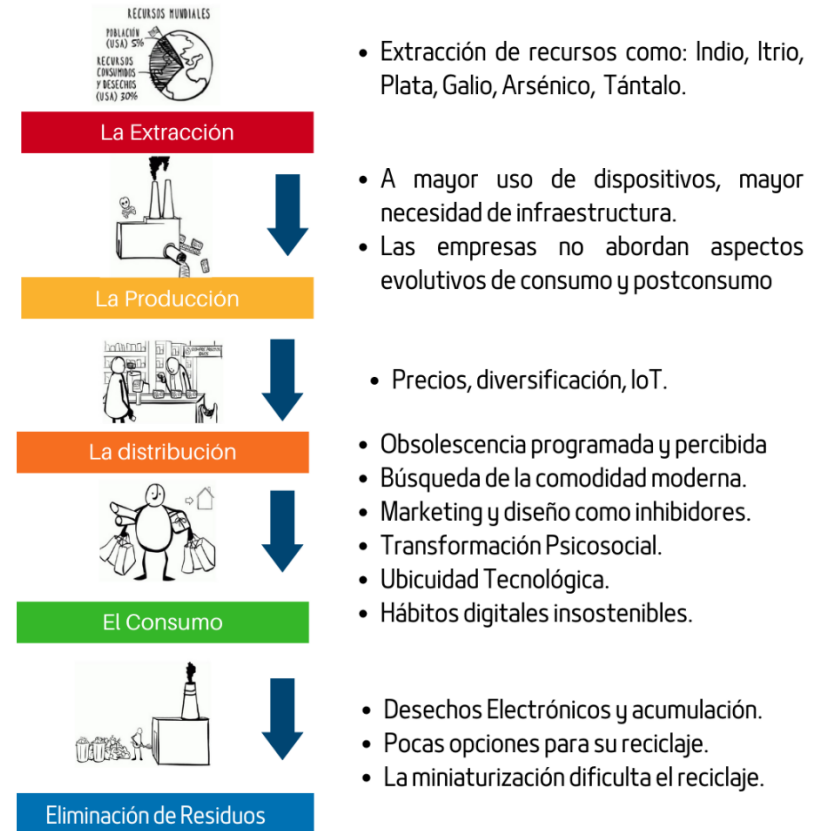


Figura 22. Ciclo de vida residuos electrónicos. Elaboración propia a partir de (Leonard, 2002).

Con base en todo lo anterior se puede mencionar que el proceso de diseño es un proceso de cognitivo donde se resuelven problemas con base en la experiencia, información y conocimientos con el fin de satisfacer diversas necesidades. La parte mínima, pero más fundamental es el proceso que envuelve el desarrollo de procesos mediante la programación y cuya capa más superficial es el diseño de interfaces gráficas de usuario cuyo esquema de comunicación es unilateral y su

propósito es contextualizar a los usuarios y estimular la interacción de los elementos gráficos para detonar la ejecución de tareas que se comunica a través de mensajes breves y estáticos: una interfaz se diseña para masas y se ejecuta de forma individual.

La problemática ambiental se centra en el consumo de energía y es posible modificarlo durante la etapa de diseño (con la modificación de los elementos implementados de forma gráficos), la obsolescencia percibida (centrada en el eje del diseño emocional), y la facilidad de interacción que determina el tiempo de uso al momento de ejecutar una tarea (producto de una buena arquitectura de información), pero se ve rebasada cuando no se tiene control respecto a los hábitos insostenibles de navegación y uso de servicios digitales, así como la falta de interés por parte de los usuarios sobre la infraestructura invisible empleada para proveer estos servicios.

Es indispensable que los diseñadores adquieran una visión sobre la sociedad del mañana y entiendan que el diseño debe ser reconocido como un factor relevante dentro del discurso de la sustentabilidad, y utilizar los recursos como la estética, cognición emotiva, y la rápida proliferación de la tecnología como una potente herramienta hacia el desarrollo sustentable del software, esto implica ir más allá de aspectos ecológicos y abordar aspectos consientes que proporcionen una experiencias positivas que se utilicen como la clave para generar conciencia y modificar la percepción apoyados de información y reflexión que pueden proveer las interfaces al momento de utilizar funciones cinestésica y simbólicas. Abdulmajaid (A design Rationale Model for Green Human Computer Interaction Design, 2017) reconoce una cuarta dimensión de la sustentabilidad: la dimensión humana que

reconoce aspecto mentales, físicos, emocionales y espirituales al momento de diseñar.

3.6.4 Cloud Computing y los servidores ecológicos

El cloud computing o computación en la nube surge a través de una nueva etapa en el desarrollo y la implementación de servicios de internet, ya que es una tecnología que requiere este servicio para acceder remotamente a software, almacenamientos de archivos y bases de datos disponibles en servidores remotos que brinde servicio a múltiples usuarios. Lo cual se compone por redes complejas que operan a partir de proveedores de aplicaciones, infraestructura para dar soporte a redes locales, satélites, servidores, cables submarinos etc. Todos estos servicios guardan y recopilan información de los usuarios (ubicación, búsquedas, sitios visitados, fotografías, contactos, contraseñas).

De acuerdo con Kamalrulnizam (2013) los teléfonos móviles son una extensión activa para computadoras de escritorio: La integración de escritorio virtual (VDI) se volverá más popular en los dispositivos inteligentes. Los usuarios móviles querrán obtener las mismas características del sistema operativo en los dispositivos que en las computadoras de escritorio. Lo cuál visibiliza la delicadeza de que un dispositivo pueda perderse o ser robado, por lo tanto, el desarrollo de tecnologías requiere de características como confiabilidad, seguridad, y validez previa al acceso a los datos a través de capas de control y gestión que proporcionen controles estándar, notificaciones de seguridad, certificados digitales e implementación de contraseñas encriptadas.

Las 4 principales categorías de estos servicios en la nube se clasifican de la siguiente manera:

- Nubes Públicas: Cuya infraestructura de telecomunicación es ajena al usuario final (algunos ejemplos son: Alibaba Cloud, Amazon Web Services, Google Cloud y Microsoft Azure). Estas plataformas redistribuyen sus entornos ente diversos usuarios.
- Nubes privadas: Servicios brindados a usuarios privados con accesos totalmente aislados, cuyos recursos no se comparten con ninguna organización (Máquinas de negocios internacionales IBM Cloud).
- Nubes Híbridas: Entornos conectados a través de redes locales (LAN), amplias (WAN) y Virtuales (VPN), y los precios al público los determinan las características que ofrecen respecto al espacio de almacenamiento, así como sus servicios de gestión y soporte.
- Multiclouds: proveedor de servicios de red con entornos iguales (públicos o privados) compuestos por al menos dos servicios diferentes.

Satisfacer un mundo interconectado por estos servicios requiere de una infraestructura tecnológica que sea capaz de procesar enormes volúmenes de datos, lo cual equivale a la creación de centros de datos (numerosas computadoras trabajando permanentemente) cuya instalación requiere sistemas de refrigeración para evitar su sobrecalentamiento, las cuales, necesitan energía eléctrica y quema de combustibles fósiles.

¿Por qué los centros de datos no son amigables con el medio ambiente?

De acuerdo con (Zhang y otros, 2017) se requiere alrededor de un 40% de la energía total necesaria para operar los centros de datos, solamente para enfriar los equipos que operan.

El sitio Networkworld (2018) estima que para el 2025 aproximadamente el 75% de la población tendrá al menos una interacción con servicios de cloud computing cada 18 segundos.

Los servidores ecológicos (conocidos como Green Hosting) tienen el objetivo de minimizar su impacto ambiental con el medio ambiente, siguiendo la tendencia de implementación de energías renovables o alternativas para minimizar los combustibles fósiles con la compensación de carbono, las empresas que destacan actualmente son:

- Profesional Hosting
- GreenGeeks
- Doominio
- A2 Hosting
- HostPapa
- DreamHost
- EcoHosting
- Kualo
- AISO

Finalmente, los recursos siguen siendo consumidos y las compensaciones no son de una naturaleza similar. Se debe apostar al rediseño de los centros de datos físicos, y a nuevas legislaciones para gestionar los datos que se almacena la nube, por ejemplo, los servicios de correo electrónico eliminan los datos enviados a la papeleras después de cierto periodo de

tiempo, sin embargo, no hay una legislación para el spam o el uso de marketing digital en este ámbito que regule el envío y almacenamiento de estos. En el aspecto social, la seguridad del software por el cual se accede a estos centros de datos sigue siendo vulnerada, y la transformación psicosocial derivada del uso de estas tecnologías genera dependencia (los dispositivos recuerdan todas las contraseñas, contactos, datos que nosotros no, o en su defecto no debemos memorizar nada ya que podemos realizar una búsqueda prácticamente en cualquier lugar y circunstancia).

La tendencia tecnológica apunta a la carga de nuestros sistemas operativos en la nube para poder acceder desde cualquier dispositivo. De ser posible, podría reducirse la producción de hardware, lo cual no es viable si se analiza únicamente desde la perspectiva capitalista.

Por lo tanto, para efecto de esta investigación se considera que es necesario diseñar la arquitectura de información de la forma más óptima pensando en los datos intrínsecos y la escalabilidad de los sistemas durante su diseño relacional de bases de datos para disminuir el espacio en los servicios de *cloud computing*, siendo necesario que los centros de datos diseñen sus espacios físicos con sistemas de ventilación y la implementación de energías renovables.

3.7 Optimización Desarrollo (programación)

Si bien, para fines de esta investigación la fase de desarrollo es una parte del proceso que no se podrá comprobar (debido a que la propuesta de aporte es el proceso de diseño, es decir, una fase de preproducción). Resulta importante que el proceso de conceptualización de software considere etapas de desarrollo. Por esa razón, se documenta este apartado que

delimita las posibilidades de la aplicación de esta investigación en el futuro, o de posibles líneas de investigación derivadas.

Se debe reconocer que la implementación del software para la automatización de tareas suele percibirse como un proceso sustentable, esto relacionado a la disminución de uso de recursos físicos (dígase papel físico o desplazamiento) que se requerían previamente para realizar tareas.

Es importante reconocer que el ámbito empresarial al momento de producir debe considerar el ciclo de vida del hardware y los hábitos de consumo de los usuarios (durante la interacción del software), así como el impacto derivado del posconsumo (lo referente al hardware y los residuos electrónicos) y al mismo tiempo analizar su relación con los fenómenos observables disponibles referente a su impacto (la brecha digital, el bienestar que produce la tecnología etc.)

Sin embargo, el proceso de desarrollo a nivel programación de software no suele apegarse a metodologías convencionales ya que atender a esos procesos es percibido como una tarea que genera tiempo y se traduce en gastos presupuestales, volviéndose rápidamente irrelevantes.

Prieto (2014) propone abordar el uso de los sistemas digitales en las empresas desde un enfoque holístico enfocado a disminuir el consumo de energía lo más posible a partir del concepto de Green TI que surgió en 1992 con el etiquetado que se daba a los aparatos electrónicos de acuerdo con su ajuste normativo sobre su eficiencia energética, amplificado y mutando su concepto como *“el estudio, diseño, fabricación e implementación de cualquier dispositivo tecnológico, sistema de información o de comunicación realizados de una manera eficiente y efectiva con el mínimo impacto ambiental”* (Murugesan, 2008) . Su análisis implica un enfoque holístico

desde su utilización, diseño, fabricación y eliminación ecológica.

Resulta indispensable realizar un análisis sobre el concepto de sustentabilidad, el cual, busca reconocer la importancia de la administración de recursos para las generaciones presentes y futuras, esto implica la formulación de políticas con bases científicas que determinen pautas ambientales, sociales y económicas dentro de un análisis comprendido en todo el ciclo de vida de un producto y una predicción que considere las consecuencias no deseadas que deben ser combatidas con anticipación.

En este sentido, Heijungs (2010) propone un modelo de análisis de ciclo de vida para productos, materiales y tecnologías a partir de 3 dominios:

- Normativos: Sobre los valores sociales y éticos basados en múltiples criterios específicos de las partes interesadas

entendiendo interrelación entre las variables involucradas en un nivel micro, y una incorporación de los contextos macroeconómicos que involucren todos los sistemas tecnológicos que consideren mano de obra y capital.

- Integración transdisciplinaria: Formulando preguntas para la sustentabilidad que integren las tres esferas.
- Empíricos: a partir de *modelos técnicos* que describan relaciones causales entre dos o más actividades (por ejemplo, la actividad económica de ver la televisión implica la actividad económica de producir energía), *modelos físicos* que reconozcan los límites entre las relaciones de sustancias y materiales para el desarrollo.

The GreenSoft Model (2011) es uno de los estudios más relevantes en el área de la informática sustentable que aborda los desafíos sobre la reducción de consumo de energía y recursos de las TIC'S desde tres impactos principales derivados del desarrollo, uso, y fin de ciclo de vida:

	Development	Usage	End of Life
Third-order Effects	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Changes in software development methods - Changes in corporate organizations - Changes in life style 	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Rebound effects - Changes of business processes 	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Demand for new software products
Second-order Effects	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Globally distributed development - Telework - Higher motivation of team members 	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Smart grids - Smart metering - Smart buildings - Smart logistics - Dematerialization 	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Media disruptions
First-order Effects	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Daily way to work - Working conditions - Business trips - Energy for ICT - Office HVAC - Office lighting 	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Accessibility - Hardware requirements - Software induced resource consumption - Software induced energy consumption 	<ul style="list-style-type: none"> - ... - Backup size - Long term storage of data (due to legal issues) - Data conversion (for future use)
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Development</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Distribution</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Usage</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Deactivation</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Disposal</div> </div>

Primer orden: Resultado de la producción y uso de las TIC'S y como consecuencia la contaminación minera.

Segundo Orden: Los impactos derivados del uso y que se pueden optimizar los procesos para conservar la mayor cantidad de energía.

Tercer orden: efectos a largo plazo derivados de los cambios en el estilo de vida y los efectos de rebote.

Figura 23. Ciclo de vida inspirado en productos de software (Naumann y otros, 2011)

- Fase de desarrollo: toma en consideración los dispositivos de red utilizados, servidores, almacenamiento, entre otros. Y los impactos del mantenimiento del software en el sentido de la resolución de errores.
- Fase de distribución: Incluye impactos ambientales como el tamaño de la descarga de un software y los recursos necesarios para operar su infraestructura.
- Fase de uso: instalación de parches o actualización de software, así como su configuración y la capacitación de los usuarios.
- Fase de desactivación: Si un software se pone fuera de servicio, será necesario convertir los datos disponibles en un formato procesado para la migración de un siguiente producto, esto incluye el tamaño de la copia de seguridad.
- Fase de disposición: eliminación y reciclaje de subproductos.

Este modelo es una referencia conceptual sobre conceptos de software verde y sustentable definidos como “Software, cuyos impactos negativos directos e indirectos en la economía, la sociedad, los seres humanos y el medio ambiente que resultan del desarrollo, implementación y uso del software son mínimos y/o que tiene un efecto positivo en el desarrollo sustentable” (Dick y otros, 2010). Este concepto implica un proceso de ingeniería amigable con el medio ambiente que pueda ser evaluado durante su desarrollo y uso para continuar con la optimización de cada uno de los productos obtenidos.

El objetivo es ayudar a los desarrolladores, administradores y usuarios de software a crear y mantener un software de manera más sostenible, comprende el ciclo de vida, criterios y métricas de sustentabilidad y una propuesta de herramientas para el desarrollo, compra, suministro y uso de software de manera sustentable. El segundo nivel se denomina Criterios y Métricas de sustentabilidad cubre métricas comunes para evaluar la sustentabilidad de un producto de software y los relaciona con los efectos de primer orden (Modificabilidad, reutilización, portabilidad, rendimiento, confiabilidad, usabilidad, accesibilidad). El componente de modelos de procedimiento abarca la adquisición, desarrollo y mantenimiento de los sistemas informáticos, así como la atención de los usuarios. Y el último nivel sobre los componentes distingue diversas herramientas dirigidas a los roles principales: compradores, administradores, desarrolladores y usuarios.

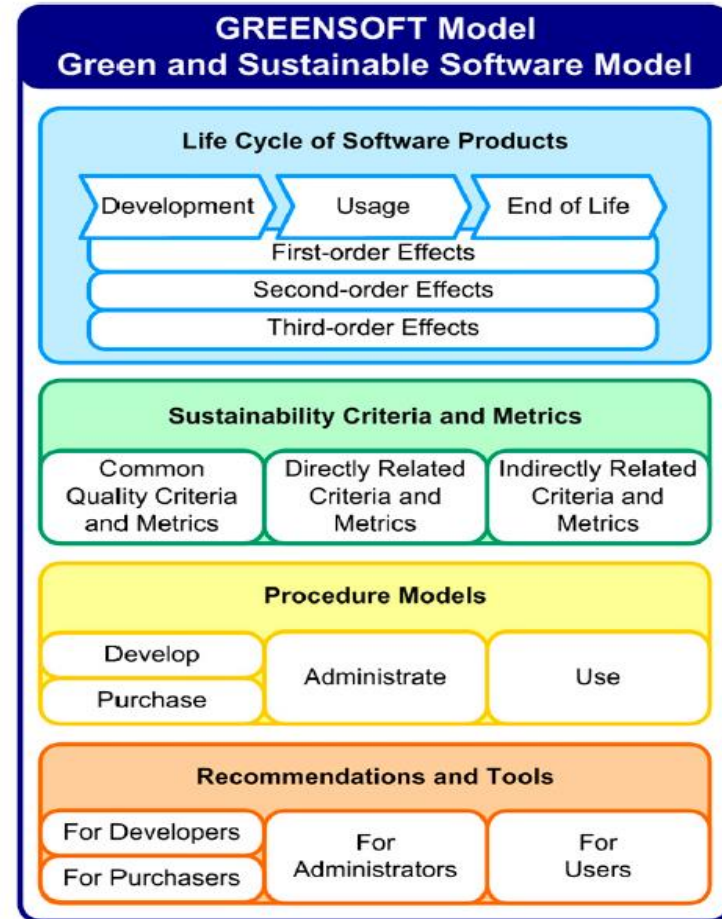


Figura 24. Greensoft Model (Naumann y otros, 2011)

3.8 *Diseño de ingeniería de software con bases sustentables*

La sustentabilidad del software sugiere la característica de *resistencia* que logra que el desarrollo de este sobreviva a un amplio periodo de tiempo. La ingeniería de software²¹ abarca etapas de diseño que son cruciales para resolver estos problemas, y que constantemente suelen considerarse una tarea secundaria a la que los desarrolladores web no prestan atención. Es vital que se enfatice la importancia del desarrollo web en el ámbito de la ingeniería del software para que este abarque etapas de diseño de interacción y usabilidad en pro del bienestar digital a través del canal que nos proporciona la apertura y creación de información que tienen técnicas como la experiencia de usuario en un formato de difusión que sea asimilable para todo tipo de desarrolladores web, un modelo básico, sencillo y a su vez intrínseco.

El uso de imágenes y videos comprimidos podría reducir significativamente la carga de la página, el análisis debe realizarse con base en la Teoría del diseño, considerando algunos elementos tales como: color, distribución visual, contraste y espacio.

Es recomendable encontrar centros de datos locales o cambiar a la nube para el almacenamiento para reducir las emisiones de carbono de un sitio web. De manera similar, escribir código limpio mientras se minimiza el uso de imágenes de alta resolución o pasar a formas más limpias de energía para el

alojamiento también puede reducir la huella de carbono. Y es precisamente a este grupo de la sociedad al que debemos prestar atención. El artículo (To train software engineers with principles of sustainable development: a bibliometric study, 2020) generó un análisis y seguimiento de publicaciones científicas, utilizando indicadores bibliométricos con el fin de obtener y proporcionar información sobre las tendencias actuales de investigación en la formación de profesionales en el área de la ingeniería de software con principios de desarrollo sustentable a través de la base de datos Scopus, con resultados referentes a los últimos 10 años (entre 2010 y 2019), enfocándonos en palabras clave como software, educación, enseñanza, aprendizaje, desarrollo sustentable y sus respectivas variaciones. De los cuales, 116 publicaciones tenían al menos 1 cita y 70 publicaciones con 0 citas.

El uso de métodos sólidos de ingeniería de software y principios es fundamental en la producción de software para científicos y propósitos innovadores. Sin embargo, el personal académico involucrado en el desarrollo de software a menudo carece de formación en ingeniería de software. Con especial atención a la sustentabilidad, la mayoría de los proyectos difieren en términos de objetivos, naturaleza de productos entregados y procesos internos. Aunque las empresas reflejan una comprensión de la sustentabilidad en los criterios de calidad como usabilidad, mantenibilidad o agilidad para actualizar (Renzel & Koren, 2017).

prototipo, proyecto y mantenibilidad de éste, con el objetivo de contrarrestar fallas futuras.

²¹ Ingeniería de Software: Rama de la ingeniería que comprende todo lo relacionado con los procesos metodológicos desde el análisis precedente para la creación de un sistema informáticos, como el desarrollo de

Para la industria del software, la sustentabilidad es como mucho un requisito no funcional costoso de cumplir y, por lo tanto, solo se persigue si la empresa tiene una postura suficientemente estable para defenderlo o el cliente lo requiere explícitamente. El siguiente cuadro es un resumen del artículo “*Enhancing Software Engineering Processes towards Sustainable Software*”

Product Design” que propone una extensión genérica para los procesos de desarrollo de software que apunta a una integración de temas de sustentabilidad en procesos arbitrarios de desarrollo de software y, con suerte, conduce a productos de software más sustentables.

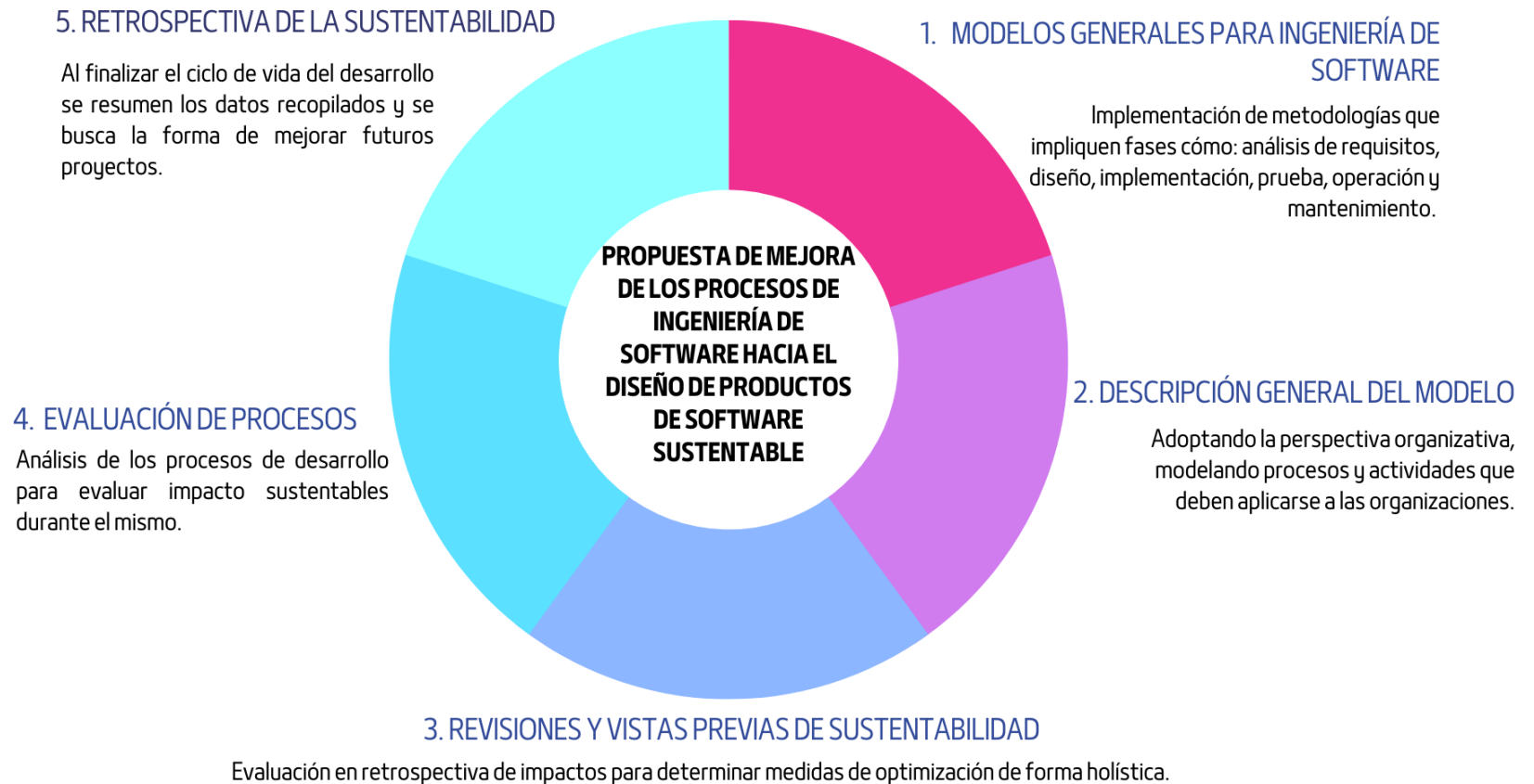


Figura 25. Propuesta de mejora de los procesos de ingeniería de software hacia el diseño de productos de software sustentable. Elaboración propia a partir de (Dick & Naumann, 2010)

Basados en los principios para el desarrollo digital, se propone que los principios de diseño de software con un enfoque sustentable sean integrados al proceso de diseño en consideración con los objetivos ambientales, sociales y económicos que tenga cada empresa en función de su contexto, expectativas, infraestructura y normas:

Resulta indispensable construir definiciones personalizadas sobre la sustentabilidad para diversas iniciativas en función del contexto, expectativas, economía, infraestructura y normas.

DISEÑAR CON EL USUARIO



Comprender sus expectativas, contexto y ecosistema. Con el fin de elegir una metodología adecuada para pensar en el aumento en escala y prevenir errores futuros

GENERAR ESQUEMAS COLABORATIVOS



Uso de estándares abiertos, recursos y técnicas de programación. Para la reutilización y mejora de código de forma modular e impulso de mejor toma de decisiones basadas en datos útiles.

***En todo momentos las políticas de privacidad y seguridad deben ser claras para los usuarios.**

Figura 26. Diseño de software con un enfoque sustentable. Elaboración propia a partir de (Principios para el desarrollo digital, 2022)

El White Book (Iddri; FING; WWW Francia; GreenIT, 2018) destaca que las contribuciones digitales no se limitan a la optimización ecológica (asociada al aumento de productividad y como consecuencia la diversificación y renovación tecnológica) que asocia a la tecnología con la comodidad moderna, propone que desafíen los actores existentes para transformar modelos dominantes en lugar de simplemente optimizarlos. Las tecnologías de comunicación e información no son “buenas” ni “malas” simplemente tiene impacto en el planeta y repercusiones sobre la pérdida de la biodiversidad y el cambio climático, se propone la implementación de cuatro retos en pro del desarrollo sustentable, así como líneas de acentuación que determinan las actividades que pueden realizar los poderes públicos. Por lo tanto, está información se analiza y se propone la readaptación a prácticas locales en el ámbito de diseñadores y desarrolladores de software para su implementación local pensada en abarcar todo el proceso de diseño desde sus etapas iniciales.

RETO 1

"REDUCIR LA HUELA ECOLÓGICA DIGITAL"

- Desarrollo de tecnologías modulares que permitan la reparación y promuevan la reutilización de los equipos.
- Extender períodos de garantía y destacar información sobre su huella digital, vida útil, repuestos y reparabilidad.
- Implementar metodologías para evaluar los procesos verdes durante la creación de tecnologías.
- Generar etiquetas de "responsabilidad ambiental" en productos digitales.
- Ecodiseño de interfaces gráficas de usuario y servicios.

RETO 2

"UTILIZAR LAS TICS PARA MEJORAR EL DISEÑO DE POLÍTICAS DE MEDIO AMBIENTE"

- Revisión digital de políticas ambientales del país donde se desarrolló.
- Formación de investigadores, profesionales y aficionados para familiarizar el dominio de soluciones tecnológicas con perspectiva ambiental.

RETO 3

"INNOVACIÓN DIGITAL POR LA ECOLOGÍA"

- Rediseño ecológico, generando sitios de experimentación locales para ayudar durante la transición.

RETO 4

"MOVILIZANDO LA POTENCIA DE LOS DATOS PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA"

- Optimización de bases de datos en pro de la ciencia abierta y la cultura de datos que permitan a los usuarios analizar sus impactos ambientales
- Fomentar la ciencia abierta.

La figura 27, resume características de sustentabilidad en ingeniería de software pensando en su larga duración con base en estudios previos.

Algunos proyectos que se apegan a estas iniciativas son: DEDO FING (Asociación dedicada a anticipar desarrollos digitales), GREENIT:FR (Libros, guías, listas de verificaciones gratuitos y abiertos).

Characteristic	Sub-characteristic
Maintainability	Evolvability Analysability Changeability Testability
Functionality	Suitability Accuracy Interoperability
Portability	Installability Reusability Adaptability Replaceability
Efficiency	Time Behavior Resource Utilization
Usability	Understandability Learnability Operability
User Conformity	User perception User Requirement
Integrity	Security Data Protection

Figura 27. Componentes de características y subcaracterísticas del desarrollo de software para su larga duración (Hussian y otros, 2018)

3.9 Metodología Agyle

Los procesos de diseño son una parte de metodologías de desarrollo de software.

Las metodologías ágiles se distinguen por adaptarse diversos procesos de grupos de trabajo en búsqueda de soluciones de forma iterativa e incremental, corrigiendo y ajustando los objetivos de manera rápida e inmediata.

Agyle, es una metodología que tiene como base un modelo de mejora continua e iterativa donde se planifica crea, comprueba

y mejora, adaptando la forma de trabajo de una manera flexible e inmediata, de esta manera, los requisitos y soluciones, evolucionan con el tiempo basados en: la interacción que tienen los usuarios con respecto a los procesos y las herramientas, una participación de los clientes y una alta capacidad de respuesta ante imprevistos. Existen algunos procesos lineales como metodologías en cascada dónde se planea desde el inicio sin lugar a imprevistos, lo cual aumenta el riesgo de no satisfacer las necesidades del producto final. Cuando se aplica la metodología agyle los equipos de trabajo son convocados a reuniones diarias (conocidas también como daylis) donde se explica la parte del proceso que se está trabajando y las tareas completadas, de esta manera, frente a una falla o imprevisto únicamente se afecta la parte de un conjunto y se puede corregir la situación rápidamente, brindando fluidez, velocidad y dinamismo al proceso de trabajo ya que el cumplimiento de objetivos es breve y por periodos (sprints).

De acuerdo con (Hinderks y otros, 2022) la implementación de metodologías ágiles surge con en la búsqueda de mejorar los productos y procesos entre los equipos de trabajo y los clientes, aprovechando los recursos y las estrategias para cubrir los objetivos. A continuación, se presenta un resumen sobre los aspectos clave positivos y/o negativos en la integración de metodologías ágiles con diversas disciplinas:

DISCIPLINA	ASPECTOS CLAVE
AGYLE + DCU (Diseño Centrado en el Usuario)	Mejora en los procesos de diseño inicial y prototipos. Las herramientas más utilizadas son las historias de usuarios, evaluación continua y sprints.
AGYLE + AUCDI (Integración del Diseño Centrado en el Usuario)	Las áreas de oportunidad para asegurar una integración exitosa son: Brindar más tiempo al

	asignado de las actividades iniciales, y la modularización en los equipos de trabajo.
AGYLE + UX (Experiencia de Usuario)	Se ha demostrado que la falta de apoyo y sentido de relevancia por las empresas reduce la eficiencia y eficacia de los equipos UX, aun cuando estos son los responsables de los equipos de desarrolladores.

Figura 26. Resultados de la integración de la metodología agyle con otras disciplinas. Elaboración propia, a partir de (Hinderks y otros, 2022)

En conclusión se menciona que durante el proceso de usabilidad que comprende la creación de prototipos, investigación y evaluaciones heurísticas, la metodología agyle se aplica: 40% durante la fase de diseño, 50% en la fase de la implementación y 10% en otras etapas derivadas de cada proyecto.

Derivado de lo anterior se debe considerar que un proceso de diseño para la sustentabilidad deberá integrar el desarrollo de prototipos, planeación modular, incremental e iterativa.

3.10 Los lenguajes de programación hacia la sustentabilidad

De acuerdo con Trigo (2004) Los inicios de desarrollo de lo que se conoce como un lenguaje de programación pretende ordenar una serie de instrucciones que siempre deberán ser traducidas a código binario para poder ser interpretadas, una tarea que exigía conocimiento sumamente especializados y que requería bastante tiempo. El primer lenguaje que se nombra “ensamblador” y surge a principios de 1950 y no es

más que la notación simbólica que brinda el primer paso para poder facilitar la tarea cognitiva al momento de programar, funcionando como un traductor, cada vez estos lenguajes fueron modificados para ser más sencillos. Existen dos términos de suma relevancia en el área “traductores” (programas informáticos capaces de traducir instrucción por instrucción colocada en el código y mostrar alertas sobre posibles errores en las instrucciones) y “compiladores” (unifica todas las instrucciones y las prepara para ejecutarse, si existe algún error lógico no sabremos hasta que los programas se ejecuten y en caso de alguna modificación deberá compilarse nuevamente siempre).

La introducción ordenada de diversos lenguajes de programación es: Fortran, Cobol, Basic, Logo, C, Pascal, Prolog, ADA, Java. Actualmente se agregan lenguajes como Python, JavaScript, PHP, SQL entre otros. El índice TIOBE de un indicador mensual basado en los motores de búsquedas más populares (no el mejor ni el más optimo). En la actualidad la comunidad de programadores prefiere Python con un ranking del 13.92%, seguido de C y Java. La posición número 10 la obtiene PHP.

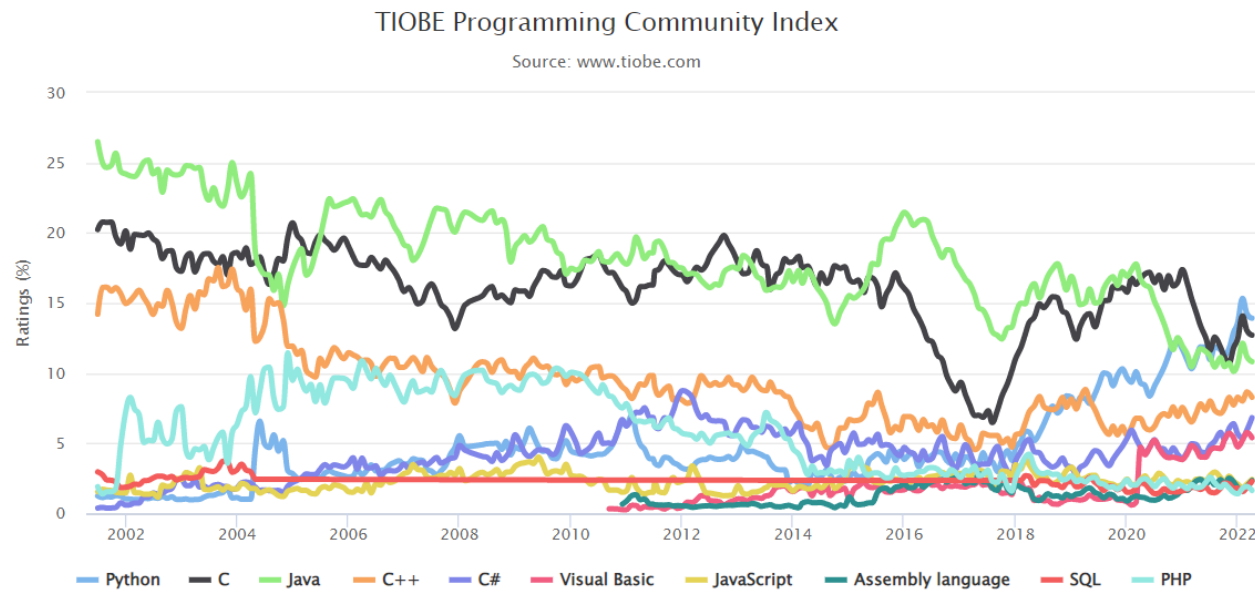


Figura 28. Índice de la comunidad de programación TIOBE (TIOBE, 2022)

3.11 En búsqueda de la eficiencia energética durante el desarrollo del software

Previamente se ha documentado las emisiones de dióxido de carbono relacionadas a nuestros hábitos de tiempo y uso (los cuales, no se pueden controlar al no poder limitar a los usuarios).

Dichas emisiones son resultado del consumo de energía eléctrica que requiere la infraestructura y los dispositivos para su funcionamiento. Por esto, es necesario profundizar en el proceso de desarrollo a nivel programación y código, para explorar la forma de disminuir estas emisiones desde el proceso de desarrollo de software en búsqueda de su sustentabilidad.

La tarea de desarrollo busca mejorar el rendimiento del software, pero pocas veces presta atención a mejorar la eficiencia energética, las metodologías de desarrollo verde aún tienen huecos y no están demasiado definidas para brindar seguridad a las empresas de su implementación, es claro que lograr ahorros energéticos es un proceso intensivo que requiere tiempo de desarrollo extra y por lo tanto se considera costoso. La necesidad de analizar el impacto energético del software surge con base en el reconocimiento de los que implica la energía consumida por cada usuario y sus múltiples dispositivos respecto a los centros de datos y su funcionamiento con baterías. Esto sugiere que se aproxima una creciente demanda por gestionar la eficiencia energética desde las prácticas de programación. De acuerdo con (Abdulsalam y otros, 2015) existe una tendencia por considerar que un código más rápido es más eficiente, entonces, la optimización energética se aprecia como un subproducto basado en la mejora de su rendimiento, pero la cantidad de energía utilizada

puede entenderse como resultado del tiempo y la potencia consumida, lo cual sugiere que el ahorro energético puede obtenerse de múltiples maneras, como: reducir su tiempo de ejecución, y la potencia de energía consumida al momento de ejecutar una tarea. La optimización de ambos escenarios converge en el panorama más ideal.

3.11.1 Lenguajes que sintetizan la forma de programar

Con relación al consumo de energía, tiempo y memoria en los lenguajes de programación el artículo (Energy Efficiency across programming languages. How do energy, time, and memory relate?, 2017) analiza diversas técnicas y cuestiona algunas prácticas en el ámbito del desarrollo. La tarea de comparar lenguajes de programación es extremadamente compleja y se reconoce que el rendimiento está directamente relacionado con la calidad del compilador que se utiliza, si se requiere una máquina virtual y las posibles bibliotecas que deseen implementarse. El estudio compila y ejecuta programas a partir de 27 lenguajes de programación diferentes, considerando tres variables diferentes: tiempo de ejecución, consumo de memoria y consumo de energía a partir de un conjunto comparable, representativo y extenso de programas con ayuda de la herramienta "The computer language benchmarks game" donde es posible implementar algoritmos en diversos lenguajes de programación y evaluar lo referente a su tiempo de ejecución y la memoria necesaria para llevar cada proceso a cabo. Lo referente al consumo de energía, se utilizó Running Average Power Limit (RAPL) desarrollado por Intel, con el objetivo de comprender la correlación entre el consumo de energía y los datos que se procesan (También existe el conocido como jRALP un marco para crear perfiles de bloque de código

especificos de java). Los resultados globales normalizados para energía, tiempo y memoria son:

Total					
	Energy		Time		Mb
(c) C	1.00	(c) C	1.00	(c) Pascal	1.00
(c) Rust	1.03	(c) Rust	1.04	(c) Go	1.05
(c) C++	1.34	(c) C++	1.56	(c) C	1.17
(c) Ada	1.70	(c) Ada	1.85	(c) Fortran	1.24
(v) Java	1.98	(v) Java	1.89	(c) C++	1.34
(c) Pascal	2.14	(c) Chapel	2.14	(c) Ada	1.47
(c) Chapel	2.18	(c) Go	2.83	(c) Rust	1.54
(v) Lisp	2.27	(c) Pascal	3.02	(v) Lisp	1.92
(c) Ocaml	2.40	(c) Ocaml	3.09	(c) Haskell	2.45
(c) Fortran	2.52	(v) C#	3.14	(i) PHP	2.57
(c) Swift	2.79	(v) Lisp	3.40	(c) Swift	2.71
(c) Haskell	3.10	(c) Haskell	3.55	(i) Python	2.80
(v) C#	3.14	(c) Swift	4.20	(c) Ocaml	2.82
(c) Go	3.23	(c) Fortran	4.20	(v) C#	2.85
(i) Dart	3.83	(v) F#	6.30	(i) Hack	3.34
(v) F#	4.13	(i) JavaScript	6.52	(v) Racket	3.52
(i) JavaScript	4.45	(i) Dart	6.67	(i) Ruby	3.97
(v) Racket	7.91	(v) Racket	11.27	(c) Chapel	4.00
(i) TypeScript	21.50	(i) Hack	26.99	(v) F#	4.25
(i) Hack	24.02	(i) PHP	27.64	(i) JavaScript	4.59
(v) PHP	29.30	(v) Erlang	36.71	(i) TypeScript	4.69
(i) Erlang	42.23	(i) Jruby	43.44	(v) Java	6.01
(i) Lua	45.98	(i) TypeScript	46.20	(i) Perl	6.62
(i) Jruby	46.54	(i) Ruby	59.34	(i) Lua	6.72
(i) Ruby	69.91	(i) Perl	65.79	(v) Erlang	7.20
(i) Python	75.88	(i) Python	71.90	(i) Dart	8.64
(i) Perl	79.58	(i) Lua	82.91	(i) Jruby	19.84

Figura 29. Normalized global results for energy, time and memory (Pereira y otros, 2017)

Podemos ver que los cinco lenguajes con mayor eficiencia energética mantienen el mismo rango de acuerdo con su orden de ejecución. Detectando una variable más que influye en este consumo: el consumo continuo y máximo de la memoria requerida. Si la clasificación se basara por el paradigma de programación, entonces, el orden de menor a mayor consumo

de memoria resulta ser: imperativos, orientados a objetos, funcionales y finalmente los Scripts.

Los desarrolladores de software van a elegir un lenguaje en particular dependiendo de los requisitos funcionales o no funcionales, es decir, desarrollar para un dispositivo móvil probablemente lo hará considerar técnicas para ayudar en el ahorro de batería previo a su desarrollo. Cuando aspectos como la energía y el tiempo se consumen en un solo elemento es posible decidir cuál es el mejor idioma. A continuación, se muestra una tabla que determina el cuatro escenarios sobre conjuntos óptimos de Pareto para combinar los diferentes objetivos:

Time & Memory	Energy & Time
C • Pascal • Go	C
Rust • C++ • Fortran	Rust
Ada	C++
Java • Chapel • Lisp • Ocaml	Ada
Haskell • C#	Java
Swift • PHP	Pascal • Chapel
F# • Racket • Hack • Python	Lisp • Ocaml • Go
JavaScript • Ruby	Fortran • Haskell • C#
Dart • TypeScript • Erlang	Swift
JRuby • Perl	Dart • F#
Lua	JavaScript
	Racket
Energy & Memory	Energy & Time & Memory
C • Pascal	C • Pascal • Go
Rust • C++ • Fortran • Go	Rust • C++ • Fortran
Ada	Ada
Java • Chapel • Lisp	Java • Chapel • Lisp • Ocaml
Ocaml • Swift • Haskell	Swift • Haskell • C#
C# • PHP	Dart • F# • Racket • Hack • PHP
Dart • F# • Racket • Hack • Python	JavaScript • Ruby • Python
JavaScript • Ruby	TypeScript • Erlang
TypeScript	Lua • JRuby • Perl
Erlang • Lua • Perl	
JRuby	

Figura 30. Pareto optimal sets for different combination of objectives (Pereira y otros, 2017)

Si el desarrollo solo se preocupa por el tiempo de ejecución y consumo de energía, es mucho más simple elegir el lenguaje de programación, pero si la memoria resulta una preocupación, el desarrollador deberá considerar cuales son las características más importantes en su escenario particular. Existen estudios mucho más específicos enfocados a la optimización del código fuente que realizan cálculos energéticos a partir de modelos más genéricos que contemplan la amplia variedad de los dispositivos, por ejemplo: Helping Programmers Improve the Energy Efficiency of Source Code (Pereir y otros, 2017) y Products go Green:Worst-Case Energy Consumption in Sowane Product Lines (Cuoto y otros, 2017)

3.11.2 La optimización a partir de Frameworks

Un framework es una estructura o plantilla que sirve como punto de partida agilizando el proceso de desarrollo de un software, ofreciendo una estructura básica que no puede ser modificada, lo cual brinda la ventaja de reducir errores y posibilita reutilizar bloques de código.

(Pereira y otros, 2016) detalla el consumo de energía de diversas implementaciones de java, cuya optimización fue de un 6.2% de energía. Los lenguajes de programación fueron diseñados para producir sistemas rápidos, como consecuencia deben considerarse las bibliotecas utilizadas, esto conducirá no solo a tener un código más ecológico, sino a optimizar el código heredado. Los métodos elegidos realizan operaciones de inserción, eliminación y búsqueda en las estructuras de datos y el consumo promedio de energía se obtiene a partir de las herramientas RAPL y JRAPL. Los resultados obtenidos permiten que los desarrolladores tomen la decisión más

eficiente desde un punto de vista energético a partir de una metodología de 3 pasos: calcular la implementación de métodos utilizados, buscar en la tabla la implementación apropiada considerando la energía, y finalmente concretar una elección. El estudio de caso es a partir de una plataforma de periodismo donde se pueden dar *likes* y hacer comentarios. El uso del sistema involucra (registro, inicio de sesión, redacción de artículos, comentarios etc.) Con la implementación de un promedio de 36 clases, 104 métodos y 2000 líneas de código, determinando los siguientes resultados:

Methods	ArrayList		AttributeList		CopyOn Write ArrayList		LinkedList		RoleList		Role Unresolved List		Stack		Vector	
	J	ms	J	ms	J	ms	J	ms	J	ms	J	ms	J	ms	J	ms
add	0.9773	71	1.1510	67	1.7839	117	1.8016	86	1.4801	76	1.1865	74	1.5659	76	1.5177	69
addAll	1.3353	76	1.0492	88	1.3586	82	1.1043	88	1.6661	76	1.8672	88	1.1015	88	1.7903	73
addAlli	1.7855	86	1.6035	68	1.1789	86	1.7272	99	1.5980	81	1.2497	85	1.2962	72	1.6268	90
addi	1.7125	93	1.3849	87	1.6558	119	1.6404	96	1.2718	85	1.3124	86	1.5287	83	1.4554	86
clear	1.1284	76	1.2409	75	1.7155	68	1.6497	74	1.6705	76	1.4304	80	1.6199	73	1.0574	71
contains	2.7568	166	2.4228	165	3.1768	167	3.1552	193	2.1751	162	2.4688	164	2.0128	166	2.1558	168
containsAll	1.5993	87	1.8053	92	2.1889	92	2.2887	118	1.3244	100	1.3930	96	1.2054	89	1.5091	87
get	2.0029	83	1.1171	78	1.4918	77	2.0168	109	2.2110	81	1.6613	71	1.8956	86	1.4978	73
indexOf	1.4447	76	2.0325	84	1.5682	70	2.6289	101	1.5674	79	1.1944	81	1.8090	81	2.0788	75
iterateAll	2.0701	79	1.0473	77	1.0103	73	2.6401	107	1.3605	85	1.7822	71	1.6036	81	1.1336	87
iterator	1.4893	84	1.1589	84	1.3922	72	1.7666	108	1.9760	73	1.3300	79	2.1895	84	1.6505	83
lastIndexOf	1.7750	99	1.7666	98	2.0383	94	2.5019	127	1.8914	92	1.4211	95	1.2260	84	1.2296	96
listIterator	1.4457	76	1.6190	84	1.3737	71	2.5003	106	1.3380	80	1.5176	85	1.6354	69	1.2746	81
listIteratori	1.7356	78	1.1552	81	1.5160	77	2.1996	105	1.7588	79	1.0334	80	1.8799	85	1.7545	78
remove	1.1308	96	1.4480	85	2.1946	162	1.6924	98	1.4560	84	1.1368	85	1.2663	96	1.4973	82
removeAll	8.0905	671	7.8108	697	7.3237	666	8.3150	752	7.6148	692	7.9911	664	7.3824	654	7.1281	665
removei	1.9135	85	1.3534	92	2.2858	118	1.7174	100	1.6308	85	1.6369	89	1.5850	81	1.5486	90
retainAll	2.7037	193	2.7845	200	2.6052	198	2.5982	205	3.0973	197	2.4172	200	2.7635	242	3.4019	245
set	0.9476	64	1.5943	70	1.9669	110	2.0474	112	1.5249	76	1.2312	73	1.4938	75	1.4957	72
sublist	1.3108	76	1.6021	80	1.4792	80	1.8457	98	1.4910	85	1.5117	71	1.7082	75	0.9414	75
toArray	1.6418	84	1.5024	84	2.0934	73	1.6739	106	1.5418	79	1.7455	83	1.5694	69	2.0213	80

Figura 31. Lista de resultados respecto a tiempo y consumo de energía framework Java (Pereira y otros, 2016)

La energía emitida en Joules que representa los consumos más altos está representada en color rojo, y la que se destaca energéticamente en color verde, coloreando los espacios restantes dentro de esta escala de colores. Con base en las estructuras de datos y métodos se sugiere una transformación para disminuir el consumo de energía.

3.12 Optimización Energética (Diseño)

Uno de los aspectos para explorar es: la optimización de energía eléctrica en búsqueda de contribuir a la disminución de gases de efecto invernadero desde la construcción de interfaces graficas basada en el uso de imágenes, videos, tipografías, colores etc.

Un conjunto de elementos combinados que ayudan a la experiencia e interacción de los usuarios. A continuación se presentan los elementos relacionados.

3.13 Experiencia de Usuario

El Diseño de Experiencia de Usuario (UX) vincula una serie de habilidades con el fin de proyectar una mejora durante la interacción entendiendo e interpretando la realidad y el contexto de los usuarios en la investigación y relevamiento de datos con relación a sus productos digitales, principalmente desde 3 aspectos: La usabilidad, la accesibilidad y la interacción.

Algunas de las áreas que potencializan una mejora durante la experiencia de usuario son: la arquitectura de información, diseño emocional, diseño visual, desarrollo frontend y backend, marketing, desarrollo de guías de estilo y por supuesto, el diseño visual, entre otros. (Figura 30)

Uno de los objetivos centrales de esta investigación es converger en el equilibrio y los desafíos que enfrenta una ergonomía en el diseño digital, considerando que el proceso de comunicación es unilateral, la diversidad y habilidades cognitivas de distintos usuarios, así como las necesidades que deben cubrirse al concentrarse en sus objetivos operativos.

Álvarez (2016) asocia la UX como un sinónimo de la ergonomía que surge con la necesidad de hacer más eficientes y fáciles de usar máquinas, lugares de trabajo, herramientas y tareas para que éstas coincidan con las características fisiológicas, psicológicas y anatómicas de los usuarios.

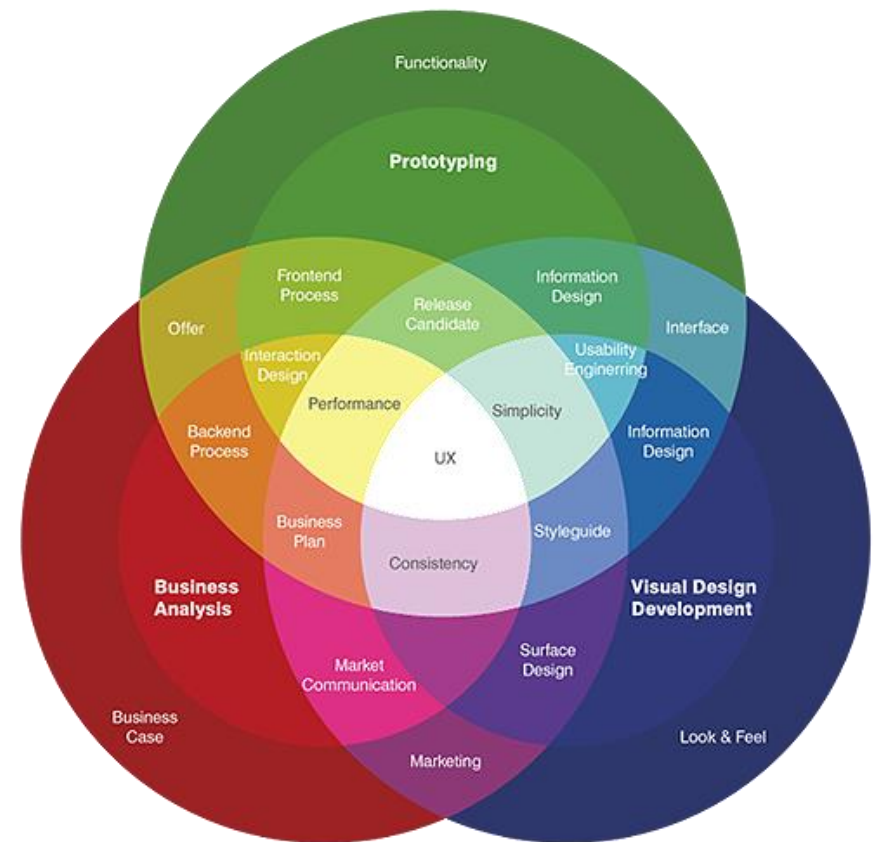


Figura 32. Áreas que interactúan para generar la experiencia de usuario. Imagen obtenida de: <https://www.pdcahome.com/7804/user-experience-entiende-la-usabilidad-de-tus-productos>

Es indispensable considerar que los sistemas informáticos están compuestos, desarrollados y diseñados por múltiples capas. Los niveles de conciencia para los usuarios comunes son menores en cuanto a temas de programación y etapas de diseño de interacción, interfaz e información, ya que el único objetivo es realizar una tarea de forma fácil y sencilla, de acuerdo con Cummings (Figura 33) la mente humana no distingue los elementos gráficos de forma individual, adquiere todas estas habilidades de forma unificada. La experiencia de

usuario busca unificar estos elementos y debe considerar las necesidades, limitaciones, deseos y expectativas, de esta forma el producto final será más exitoso. Los niveles sobre los cuales las personas tienen mayor conciencia sobre lo que pasa durante su interacción abarca niveles de esta experiencia enfocados al movimiento y tiempo de respuesta, sonidos asociados de forma metafórica durante la ejecución de diversas tareas, la parte gráfica y su asociación semiótica, y el parte más superficial el lenguaje con el que se comunica con los usuarios.

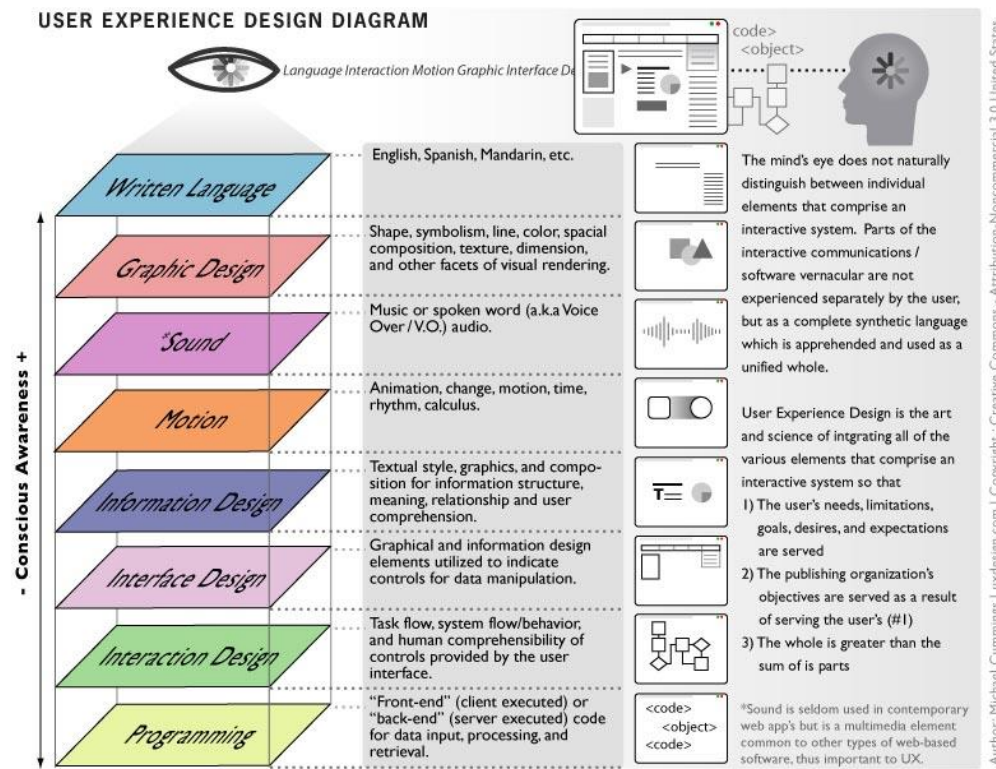


Figura 33. User Experience Design Diagram. Imagen obtenida de <https://www.pinterest.co.kr/pin/181058847496493714/>

3.14 Usabilidad

Nielsen (1994) determinan los principios heurísticos de usabilidad, el objetivo es evaluar empíricamente la interacción de los usuarios con las interfaces para determinar la facilidad

con la que los usuarios pueden alcanzar sus objetivos operacionales. Esta evaluación está diseñada para ser realizada antes de llegar a la etapa de testeo:

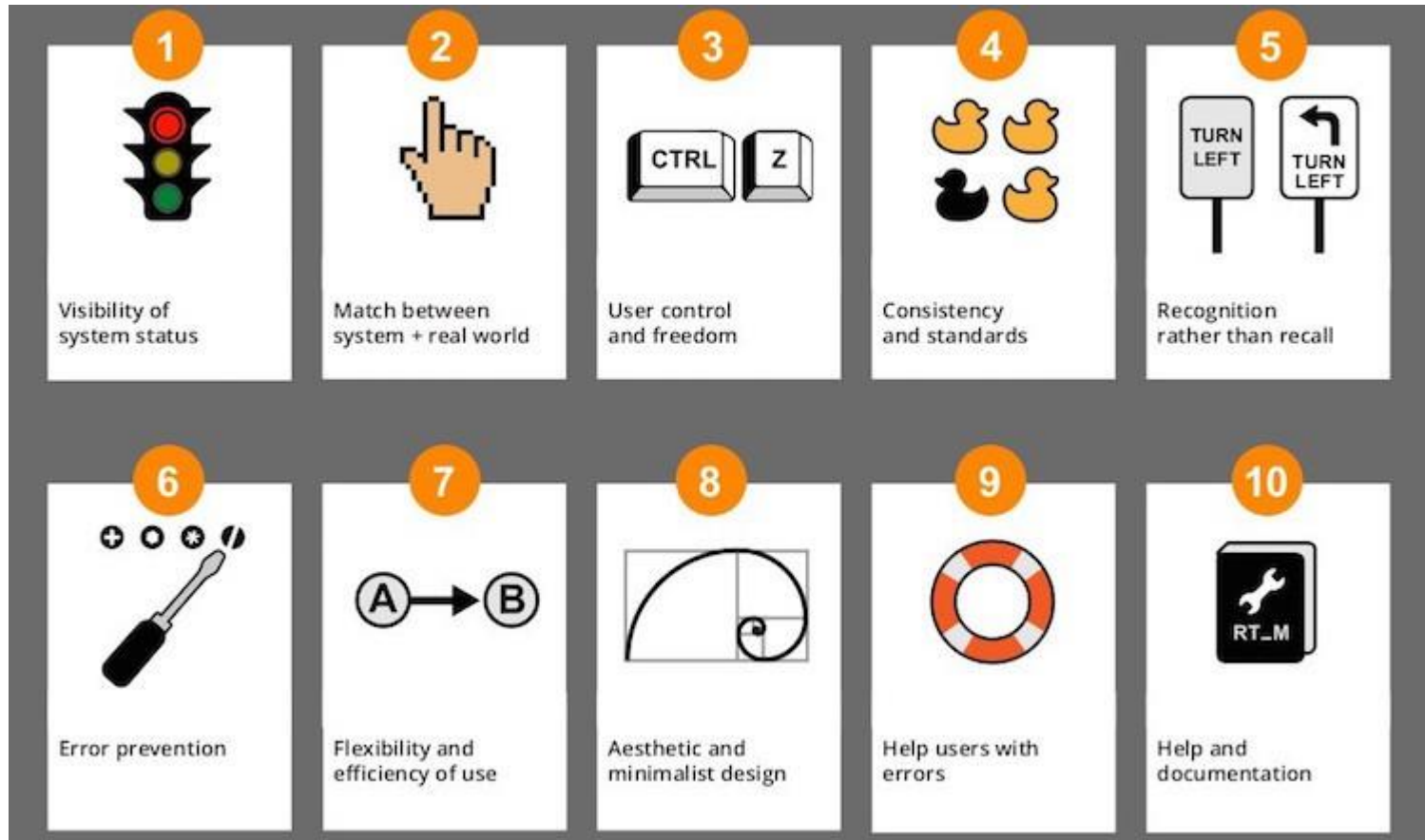


Figura 34. Diez principios heurísticos de la usabilidad. Imagen obtenida de: <https://medium.com/@marinamartinezgarcia/evaluaci%C3%B3n-heur%C3%ADstica-afe874c6bc>

1. Visibilidad del Estado del Sistema: El sistema debe responder y mantener informado al usuario sobre lo que está sucediendo.
2. Relación entre el sistema y el mundo real: uso de íconos, imágenes, frases y conceptos familiares, de forma natural y lógica.
3. Libertad y control por parte del usuario: Implementar botones para deshacer y rehacer diversas acciones.
4. Consistencia y estándares: Seguir normas y prácticas establecidas durante todo el diseño.
5. Prevención de errores: Diseño de mensajes de error.
6. Reconocimiento antes que recuerdo: No debe ser necesario recordar la información que forme parte del proceso, la información debe mantenerse siempre disponible.
7. Flexibilidad y eficiencia de uso: Considerar la implementación de aceleradores para usuarios experimentados y ofrecer opciones para los expertos.
8. Diseño y estética minimalista.
9. Ayudar a los usuarios a reconocer y hacer diagnóstico de errores y su recuperación.
10. Ayuda y documentación: todo enfocado a las tareas que realizan los usuarios sin ser demasiado extensa.

3.15 Accesibilidad

De acuerdo con el Gobierno del México, la accesibilidad web “engloba a personas con diferentes discapacidades: visual, auditiva, motora, cognitiva o neurológica, así como a adultos mayores y personas poco familiarizadas con el uso de internet” (Gobierno de México, 2017). Entre las pautas implementadas derivadas de las sugerencias por parte del Consorcio Mundial de la Web (W3C) se argumenta la implementación de imágenes con contenido relevante, uso de videos con descripciones

textuales, descripciones claras en los formularios, contrastes adecuados y compatibilidad con herramientas de asistencia tecnológica, así como la compatibilidad con diversos navegadores web.

El diseño de software accesible debe surgir a partir de una serie de consideraciones éticas y holísticas en cada una de las etapas de diseño de los productos, esto no significa que para que un producto web sea accesible debe estar centrado únicamente en personas con discapacidad, sino considerar ¿Cómo es que todos los usuarios consumen los contenidos digitales?, por ejemplo, ¿tienen estrés? ¿Han estado todo el día frente a un computador?, ¿En qué condiciones surge la interacción?, ¿Van en un vagón de metro y sólo pueden operar sus dispositivos con una sola mano? La tecnología debe diseñarse sin barreras, y asegurar la navegación, aprendizaje y entendimiento a todos los usuarios en diversas circunstancias y de forma inclusiva. Entonces, un software accesible, no es únicamente aquel que utiliza “Alt Text” o Textos alternativos (textos descriptivos de imágenes que usan programas de lectura para conocer su contenido, enfocados principalmente a personas con discapacidad visual) sino a personas cuyas habilidades cambian con la edad, personas con discapacidades temporales, e incluso limitaciones como el ruido que genera un entorno o una conexión lenta y deficiente, la disponibilidad de traducción de idiomas etc. Un buen diseño se Arquitectura de Información tendrá como resultado una mejora en la accesibilidad.

A nivel económico y empresarial, el beneficio que otorga la accesibilidad es el incremento de visitas, mejora en la velocidad de carga, lo que detona un mejor posicionamiento y reputación.

El World Wide Web Consortium (W3C, 2022) desarrolla estándares internacionales y materiales de apoyo sobre accesibilidad para la web.

Destacando:

1. Escritura para la accesibilidad Web:

- Uso de títulos breves que distingan a cada página.
- Implementación de encabezados para la descripción de secciones.
- Textos significativos en los hipervínculos (Evitar “Haz clic aquí” - > “Sobre la programación web”)
- Uso de textos alternativos solo en imágenes que proporcionen información.
- Todo el contenido multimedia debe tener transcripciones, subtítulos y preferentemente lenguaje de señas.
- Instrucciones claras
- Leguaje y formatos sencillos.

2. Diseño para la accesibilidad Web:

- El texto y primer plano deben contar con suficiente contraste respecto a los colores de fondo.
- El cambio de color para el estado de los elementos, no debe ser el único medio para transmitir información, se deben implementar elementos adicionales como el uso de asteriscos en los campos etc.
- Los enlaces y botones deben ser fáciles de identificar.
- Todos los campos de texto deben tener etiquetas claras.

- Las etiquetas de confirmación y alerta deben presentarse con un estilo destacado, facilitando su identificación.
- El correcto uso e implementación de espacios en blanco y de acuerdo con su proximidad hace que las relaciones del contenido sean mucho más evidentes.
- Diseño responsivo que garantice la legibilidad y operación. Para cualquier multimedia, carruseles y controles deslizantes de imágenes, se debe proporcionar controles para operar animación y sonido.

3. Desarrollo para la accesibilidad Web:

- Asociar etiquetas para cada elemento de los formularios.
- Implementación de Alt Text.
- Identificar el idioma de las páginas y proveer cambios de este.
- Tener orden en la estructura del código.
- Proveer compatibilidad para garantizar que las funcionalidades y en contenido esté disponible y sea independiente a la tecnología que se utilice.
- Asegurarse que todos los elementos interactivos sean accesibles desde el teclado.
- Evitar implementar CAPTCHA, en caso de ser necesario generar alternativas como proporcionar dos formas de resolverlo.
- Acceso a contenido dinámico gracias a librerías como AJAX, ANGULAR, REACT, VUE.

Las pautas de accesibilidad de contenido web (WCAG 2.1) es uno de los protocolos de accesibilidad más influyentes de la

actualidad, suman muchos puntos de complejidad, sin embargo, se basan en 4 principios esenciales:

PERCEPTIBLE	Las formas en que los usuarios perciben el contenido a través de la vista, oído y tacto.
OPERABLE	La forma en que se usa una interfaz digital (navegable por teclado, navegación asistida por la vista, mouse etc.)
COMPRENSIBLE	Sin términos técnicos, sin instrucciones complicadas.
ROBUSTO	Uso de código limpio. Ser compatible con herramientas de asistencia ²² que utilizan personas con discapacidad.

3.15.1 Creación de Experiencias Accesibles a la medida.

La accesibilidad aplicada a el software puede ser entendida como un conjunto de herramientas que nos ayudan a manipular las interfaces digitales con mayor facilidad. Muchas veces es necesario crear espacios digitales con características específicas para personas con alguna discapacidad. Si bien, la universalidad en el desarrollo de software es un gran reto, es

²² Por ejemplo:

Uso de audio para dictar textos por voz.

Rogerveice: Subtitula las llamadas telefónicas.

Gogle Talkback: audioguías dentro de los sistemas móviles.

Lazarillo: App que utiliza GPS para informar sobre el entorno, tiendas, rutas, etc.

posible el diseño de herramientas para incluir a la mayor cantidad de usuarios posibles.

(AccessiBe, 2022) es una interfaz que posibilita la personalización del diseño e interfaz de los usuarios de acuerdo con sus necesidades, agrupándolo en las discapacidades más comunes de forma específica.

- Perfil seguro contra convulsiones: Permite a las personas con epilepsia navegar de forma segura sin el riesgo de convulsiones eliminando animaciones parpadeantes o combinaciones de color arriesgadas.
- Perfil de discapacidad visual.
- Perfil apto para TDAH (Trastorno de déficit de atención e hiperactividad): reduce significativamente distracciones y ruido.
- Perfil de discapacidad cognitiva: proporciona funciones de asistencia y se concentra en los elementos esenciales.
- Perfil de navegación del teclado (motor): Permite a personas con discapacidades motrices operar los sitios con el teclado creando accesos directos.
- Perfil de Usuarios Ciegos: Garantiza la compatibilidad de lectores de pantalla.

Si bien, el proceso de personalización que ofrecen y promueven estas alternativas pueden generar un producto cuya planificación extienda su tiempo de desarrollo y en consecuencia su costo de producción aumente. Cuando se

Accessibility Plus: Encontrar puntos de interés que cuenten con instalaciones habilitadas.

DiLo: permite a un usuario con diversidad funcional el uso de frases ajustables a sus circunstancias, rutinas y necesidades particulares.

habla de un desarrollo de software en masa (por ejemplo, las redes sociales) la implementación debería ser obligatoria. Existen una serie de recomendaciones para usuarios generales, que puedes ayudar a crear experiencias accesibles a la medida, destacando:

- Ajustes de contenido: Facilitando la posibilidad a cada usuario de elegir como visualizara la información. Incluyendo a personas con visión borrosa, o vista envejecida.
- Ajustes de pantalla: Para colores, contraste, saturación, monocromo, colorización de fondo (Una peculiaridad que significaría apoyo para personas con distintos grados de daltonismo)
- Ajustes de orientación: Ocultar imágenes, silencias sonidos, cambio en los colores del curso y posición de los contenidos.
- Integración de diccionarios sobre expresiones, jergas y frases.

3.15.2 Herramientas para asegurar la accesibilidad en el software.

Como muchas otras etapas dentro del proceso de desarrollo de un software, es posible optimizar la accesibilidad desde etapas tempranas de diseño. Si bien, no es necesario implementar una herramienta tecnológica, ya que la verificación e implementación de cada pauta debe darse de una manera consciente y natural durante todo el proceso de creación de los productos digitales, en cuestiones de diseño, y pensando en la variedad de dispositivos que existen, el uso de herramientas digitales resulta fundamental. la etapa de creación de prototipos cuenta con herramientas que ayudan a comprobar los niveles de contraste, color, tamaño etc. de forma

automática, así como prevenir y mejorar los diseños mucho antes de llevarlos a su desarrollo. Los diversos prototipos no sólo aportan la comprobación del éxito durante la interacción, sino que ayudan a comprobar los niveles de accesibilidad.

La herramienta de diseño Figma, cuenta con diversos plugin para apoyar esta tarea:

- Able, brinda información posterior a un análisis de color evaluando su accesibilidad
- Stark, muestra la relación del contraste.
- ColorBlind, ayuda a comprender como verán los colores personas con distintos tipos de daltonismo.
- Focus Ordered: Nos permite testear dónde y en qué orden el navegador cambia de enfoque.

Por lo tanto, el concepto de software accesibilidad para esta investigación se define como: Consideraciones técnicas, éticas y holísticas para crear experiencias a la media que promueven una interacción clara, entendible y sin barreras para los usuarios en diversas circunstancias y contextos a nivel perceptible, operable e inclusivo.

3.16 Arquitectura de Información

Rosenfeld, define Arquitectura de Información (AI) como “El arte y la ciencia de estructurar y clasificar sitios webs e intranets con el fin de ayudar a los usuarios a encontrar y manejar la información” (Rosenfeld y otros, 2018). Entre las características principales destacamos que sea flexible, intuitiva, consistente y escalable, todos los datos, contenidos y estructuras existentes deben responder a las necesidades y comportamientos de los usuarios.

En la figura 35, Jesse James Garret (Elements of User Experience, 2002) propone analizar los productos digitales desde dos perspectivas que se describen a continuación:

Como una interfaz de un software, donde las etapas son enfocadas con una orientación a las tareas que desean realizarse, y atienden a los objetivos desde una investigación con bases etno/tecno/psico-gráficos que buscan satisfacer necesidades específicas, facilitar el entendimiento y la interacción humano – computadora, donde el tratamiento visual es la capa más superficial, y se enfoca en lo que ve y siente el usuario en todo momento.

Como un sistema que funciona como un hipertexto, es decir, enfocarse a toda la construcción de la información y partiendo desde los objetivos de los sitios, las necesidades de los usuarios, los requerimientos de contenido, la arquitectura de información comprendida como una estructura que facilita el acceso intuitivo a los contenidos, diseñar la presentación de la información, y la navegación a partir de los movimientos de los usuarios. Por último, el tratamiento del diseño visual de los elementos gráficos y de texto.

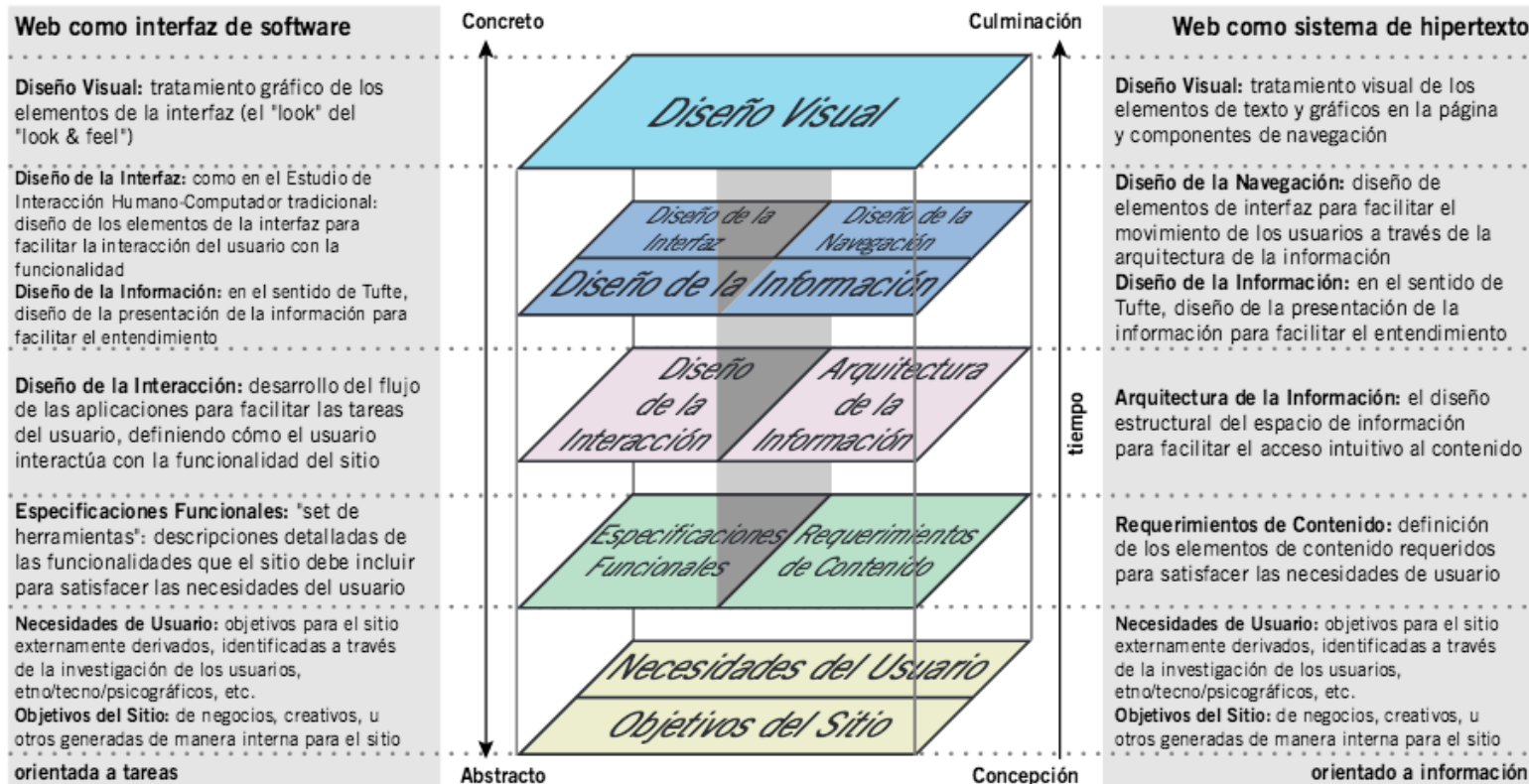
Los Elementos de la Experiencia de Usuario

Jesse James Garrett
jgg@jgg.net

30 Marzo 2000

Traducción
al Castellano
por Javier Velasco

Una dualidad básica: La web fue originalmente concebida como un espacio de información hipertextual; pero el desarrollo de tecnologías cada vez más sofisticadas tanto en el despliegue como la administración han nutrido su uso como interfaz remota de software. Esta naturaleza dual ha guiado a mucha confusión, ya que los practicantes del desarrollo de experiencia de usuario han intentado adaptar su terminología a casos más allá del alcance de su aplicación original. El objetivo de este documento es definir algunos de estos términos dentro de su contexto apropiado, aclarar las relaciones subyacentes entre estos varios elementos.



La imagen no está completa: El modelo delineado aquí no incluye consideraciones secundarias (como aquellas que surgen durante el desarrollo técnico y de contenido) que pueden influir en las decisiones durante el desarrollo de la experiencia de usuario. Además, este modelo no describe un modelo del proceso de desarrollo, ni define roles dentro del equipo de desarrollo de la experiencia de usuario. Lo que busca definir son las consideraciones clave que forman el desarrollo de la experiencia de usuario en el Web actualmente.

© 2000-01 Jesse James Garrett

<http://www.jgg.net/via/>

Figura 35. Elementos de la arquitectura de información por James Garrett. Imagen obtenida de: <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/como-definir-la-arquitectura-de-la-informacion-de-un-proyecto/>

La figura 36 muestra el modelo base de Jame Garret graficando los objetivos al momento de diseñar un sistema digital y sus múltiples capas, mientras el modelo HCI describe cómo hacerlo, desarrollando el proceso de la experiencia a partir de

entrevistas y una amplia contextualización de lo que se desea realizar, abordando los principios heurísticos de diseño y el diseño de *wireframes*, hasta llegar a la capa superficial de la interfaz.

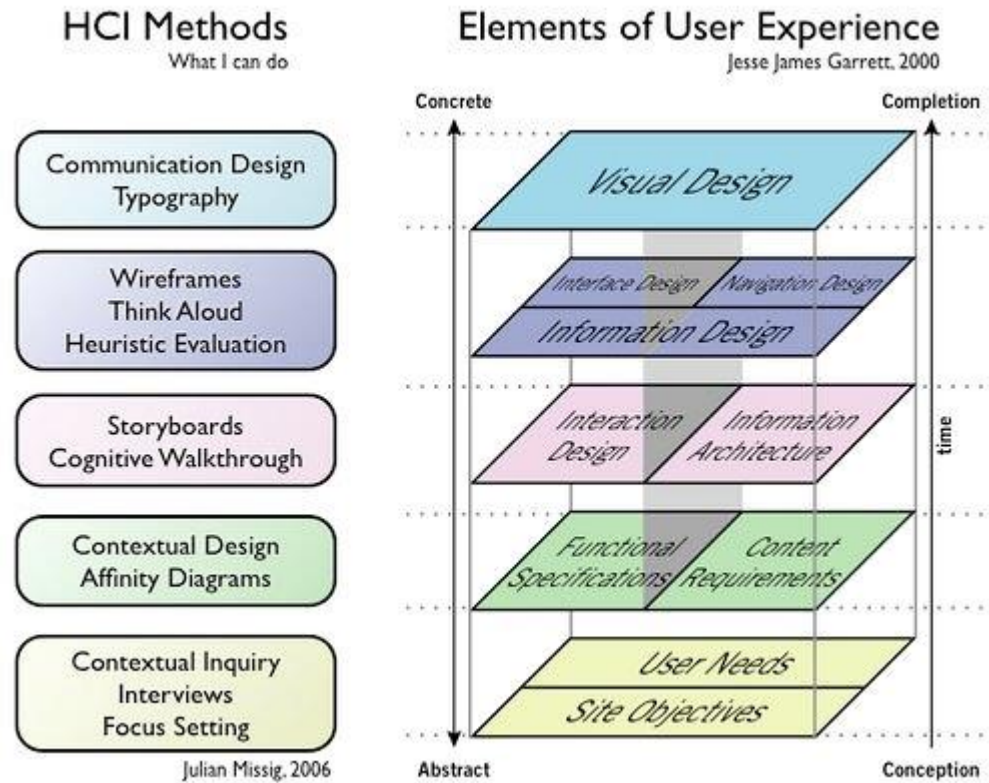


Figura 36. infraestructura Hiperconvergente aplicada al UX. Imagen obtenida de: <https://www.flickr.com/photos/reload/3971651881/in/album-72157622370758221/>

CAPÍTULO IV..

Software para la sustentabilidad

4.1 Deconstrucción epistemológica del proceso de diseño de un software para la sustentabilidad

Los primeros indicios de la ciencia no provenían de una metodología estructurada o la contrastación de teorías, son más bien, el resultado de una larga experimentación que implicaba una enorme capacidad de observación y aprendizaje pragmático, desde el control del fuego, el descubrimiento de la agricultura, la domesticación de animales, entre otros hitos de la humanidad. La tecnología se manifestó con el refinamiento de diversos instrumentos y con ella, la construcción y deconstrucción constante y permanente de la sociedad.

Durante el periodo de la cuarta revolución industrial y tras una serie de refinamientos dónde la historia de la computación actual que inicia con el desarrollo del Abaco, la imprenta de Gutenberg y las primeras computadoras análogas capaces de procesar fluctuaciones de voltaje, evoluciona hacia el surgimiento de las primeras computadoras personales que procesan datos que han sido compilados de lenguajes de bajo nivel (ceros y unos) a lenguajes de alto nivel (especialmente en idioma inglés), y que cuentan con interfaces gráficas de usuario que pueden ser manipuladas desde dispositivos periféricos, de esta manera, dicho mercado se expande y comercializa siendo un objeto más portable y asequible.

En la actualidad el término “interfaz”, está asociado como en elemento propio de productos digitales. Sin embargo, la

historia de la interfaz se remonta desde la prehistoria y ha de concebirse como un canal que nos permite establecer algún tipo de comunicación o interacción con otro objeto, de forma física o virtual. Esta nueva manera de interactuar dentro de un entorno abstracto es el indicio de un nuevo cambio de paradigma para la humanidad: la nueva era digital.

El nacimiento de la www (world wide web) en la década de los 90's. Los sistemas operativos y la producción en masa de esta tecnología que se multiplica vertiginosamente a través de una serie de refinamientos para su manipulación, desarrollo, optimización y expansión, teniendo una reproducción basada en una ideología capitalista, donde el tiempo es un factor determinante, con la intención de reducir costos de producción y elevar las tasas de ganancia. La obsolescencia programada es un atributo de la tecnología dónde las mejoras y actualizaciones del software generan incrementos en la memoria física de los dispositivos, lo cual, propicia su falla mecánica derivada de sus sobrecalentamiento o baja en la velocidad del rendimiento. El diseño de software de esta tecnología sugiere el reemplazo constante de dichos dispositivos.

Los sistemas digitales no son únicamente lugares de interacción, son espacios de cambios psicosociales y complejos de elementos físicos y abstractos interrelacionados que transforman a gran velocidad el mundo que conocemos. Si bien la tecnología debería ser una herramienta en pro de la humanidad, el uso social que se le ha dado detona una serie

de males que aquejan áreas de bienestar social, libertad, identidad y seguridad.

Los procesos de colonización van más allá de una escala territorial, los ideales de otras culturas han conquistado la cosmovisión latinoamericana, y poco a poco el concepto de “desarrollo” ha ido gestando nuevos paradigmas sociales, la mayoría de ellos, asociados con escalas económicas y tecnológicas. La idea de modernidad y el desarrollo ha colonizado prácticamente todos los continentes, pero la implementación de tecnología digital requiere niveles de reflexión profundos antes de tener una postura concreta sobre su uso e implementación.

El “desarrollo” es un nuevo paradigma que promueve positivamente la automatización de todo tipo de actividades a través de sistemas de cómputo con una potencia infinita de posibilidades (aún en esta actualidad dónde la prospectiva indica el desarrollo de computadoras cuánticas y el Machine Learning a partir de la implementación de inteligencia artificial). De esta manera, los servicios de Cloud Computing²³ alojan billones de datos diariamente y requieren la implementación de infraestructura que viaja por cables submarinos alrededor del

²³ Cloud Computing: Tecnología que necesita internet para acceder remotamente a software, almacenamientos de archivos y bases de datos

mundo. El nuevo entorno digital es un ente abstracto, difícil de dilucidar, compuesto por miles de capas.

“Las tecnologías más profundas son las que desaparecen. Se tejen en tela de la vida diaria, hasta que son indistinguibles de ella” (Weiser, 2000)

4.2 ¿Qué conocemos sobre el mundo digital?

Comprender la epistemología en una era digital, implica una extrapolación de conceptos y constructos no solo científicos, sino sociales e históricos.

Partimos del concepto de “realidad”, cada especie o individuo conceptualiza su propia realidad dentro de un entorno particular delimitado por su formación socio – cultural, la interacción social, los factores políticos, económicos y ambientales. La naturaleza de esta nueva realidad es compleja e imposibilita una respuesta generalizada sobre dicho concepto, dando paso a la necesidad de explicación a partir de la relación organizada de elementos (es decir, a través de la ciencia). De esta manera, “conocer” la realidad es producto de la información que recabamos de nuestro entorno. De acuerdo con Martínez y Ríos (2006), dicho acto que puede entenderse desde 3 niveles:

disponibles en servidores remotos que brinde servicio a múltiples usuarios.

1. Nivel sensible: es singular y está sustentado en los sentidos.

2. Nivel conceptual: es universal e integra concepciones inmateriales, universales y esenciales.

3. Nivel holístico: reconocer que todas las cosas están indisolublemente ligadas, desplegando el plexo que presenta y la dinámica que lo sostiene.

Entonces, nuestro nivel sensible tiene la capacidad de comprender que necesitamos utilizar una conexión que es despachada por un modem local de internet para acceder a información, nuestro nivel conceptual habrá de reflexionar entre la intrínseca relación entre el hardware y el software (siendo el software un elemento intangible que hace funcionar cualquier dispositivo físico, y sin el cual, ninguna conexión sería posible) y el nivel holístico deberá atender a una reflexión desde un pensamiento crítico sobre el impacto de la tecnología digital (software) en la sociedad, para el medio ambiente y el papel que juega todo eso dentro del capitalismo.

Con base en el pensamiento occidental, hablar de la implementación de tecnología es sinónimo de “avance en la ciencia y desarrollo económico”, el papel tecnológico es uno de los tantos indicadores de que un país es (o no): desarrollado, además de que dicho concepto añade nociones de modernidad y progreso.

El nuevo paradigma digital atiende a la transformación psicosocial desde la conceptualización de términos como “analfabetismo digital” que hace referencia a el

desconocimiento para manipular tecnologías digitales y divide a la sociedad dentro de una brecha digital definida como “la separación que existe entre las personas (comunidades, estados, países) que utilizan las TIC como una parte rutinaria de su vida diaria y aquéllas que no tienen acceso a las mismas y que, aunque las tengan no saben cómo utilizarlas” (Serrano & Martinez, 2003). Este concepto representa la complejidad de esta nueva realidad digital: El impacto que tiene para la sociedad a nivel global (donde se influye la brecha generacional) así como la inferencia capitalista y política que tenga una determinada región para acceder a la infraestructura necesaria para su funcionamiento.

De acuerdo con We Are Social (2023), la población digital alcanza los 8.01 mil millones de usuarios, cada uno con un promedio de 3.6 dispositivos (2023). La creación de estos dispositivos implica la explotación de elementos como el silicio, galio, cobre, oro, plata y otras materias primas críticas. Es decir, llevamos una tabla periódica en nuestro bolsillo. La ley de Moore explica la tendencia exponencial hacia la miniaturización de dichos dispositivos, lo cual, se traduce a la dificultad o imposibilidad de la separación de dichos elementos para su reciclaje. Comprender el impacto de producción de elementos tangibles es mucho más fácil. El uso de tecnología debe incluir la reflexión en nuestros hábitos de uso desde el compuesto intangible que opera toda esa infraestructura: el software definido como: “Los programas que se ejecutan en una computadora de cualquier tamaño y

arquitectura” (Pressman, Ingeniería de Software. Un enfoque práctico, 2010).

4.3 La epistemología en un mundo digital

La epistemología plantea problemas filosóficos que rodean el conocimiento científico desde un paradigma en particular, analizando una forma de realidad desde distintos estilos cognitivos. Dentro de un contexto digital e intangible como es el software, es preciso un análisis desde las principales corrientes epistemológicas para entender un poco sobre sus constructos e implementación. Las tendencias de diseño apuntan al desarrollo de software con filosofías que se centran en los usuarios y las experiencias que tienen durante su interacción con dichos ambientes.

A continuación se desarrolla un análisis crítico desde distintos estilos cognitivos y su relación en el mundo digital con el objetivo de entender una epistemología que revele la complejidad y las derivaciones sociales y ambientales de su diseño y desarrollo. El objeto de estudio es la relación invisible que atraviesa las dimensiones entre hardware, software y humano – computadora a través de su interfaz.

Dentro de la corriente racionalista, y de acuerdo con Karl Popper (1999), el conocimiento se conforma por experiencia y es subjetivo, así como los objetos materiales, la actividad intelectual y cultural. Entonces un acercamiento al conocimiento sobre el contexto digital incluye: los dispositivos

tecnológicos y nuestra relación con los mismos. En ese sentido, la ubicuidad tecnológica es uno de los constructos mentales abstractos que debemos develar: la tecnología se ha vuelto una extensión de las personas a través del internet de las cosas (diversos dispositivos conectados a internet que funcionan a partir de sensores que intercambian información y son capaces de modificar otros dispositivos interconectados de manera remota o programada).

Respecto a la influencia de la tecnología dentro de la actividad intelectual y cultural, la sociedad genera dependencia tecnológica, y a su vez, dependencia a la infraestructura (la velocidad del internet, el consumo permanente de los dispositivos de energía eléctrica etc.) -una de las grandes tragedias de la humanidad actual es la pérdida de sus documentos, fotografías y archivos digitales- y uno de los grandes negocios capitalistas son los servicios privados para “guardar datos en la nube”. Lo anterior envuelve a la sociedad en una era de la inmediatez. Existen otras problemáticas relacionadas, entre las que se encuentra: la desconexión presencial, la depresión producida por redes sociales y problemas de salud relacionados a la falta de regulación de la información.

Para el empirismo, la experiencia es la única forma de conocimiento, del cual deriva la ciencia positivista, donde los sucesos son observables y medibles. John Locke (Locke, 1998). habla del conocimiento sensible proveniente de otras ideas. Las interfaces digitales han heredado elementos durante su construcción y a partir de la semiótica generan

entornos que puedan ser interpretados con mayor facilidad. Existen 3 tipos de metáforas en los sistemas digitales: visuales (uso de iconografía y color), auditivas (implementación de sonidos naturales en entornos digitales) y gestos naturales (con el uso de sensores para imitar movimientos cotidianos).

Los entornos digitales, pese a sus repercusiones sociales tienden a ser poco explorados desde la fenomenología o la hermenéutica, nuestra existencia virtual y la nueva realidad gestada es poco comprendida, y los juicios de valor entorno a las plataformas digitales para su diseño, desarrollo y uso no contienen juicios reflexivos. Problemas sociales como la desinformación, poca regulación de contenido, robo de identidades y datos, así como fraudes y extorciones son apenas algunas de las implicaciones negativas que tienen nuestra identidad virtual.

Podemos admitir que los fenómenos pueden ser observados desde diversas posturas, y que una reconstrucción racional de dichos conocimientos admite su validación desde la ciencia positivista, sin embargo no existe una reconstrucción holística.

De acuerdo con Kuhn (1975) “Un paradigma es una estructura conceptual, de creencias metodológicas y teorías entrelazadas que abre el campo de visión, de una comunidad científica específica, formando su concepción del mundo (cosmovisión), a la vez que la construye como tal”. Por tanto, la conceptualización de un producto de software deberá estar adaptado de forma contextual para poder ser interpretado y posteriormente operado con mayor facilidad; además el diseño

de información deberá considerar las creencias, religión e ideologías políticas para transmitir información de forma adecuada.

Por otra parte, es necesario analizar la perspectiva económica: los relativos “bajos costos” para el consumo de tecnología, el crecimiento de la red de información y su fácil acceso, son considerados puntos centrales y estratégicos que generan cambios en los individuos y las culturas. La sociedad de la información son las personas que generan, gestionan y distribuyen información a través de medios digitales, imponiendo nuevos modelos de organización.

La tecnología es considerada un motor de desarrollo, la automatización que simplifica procesos para los humanos es poco cuestionada y se entiende a favor del medio ambiente por traducirse en la transformación de recursos físicamente tangibles que desaparecen y se encuentran suspendidos en un mundo digital que invisibiliza su existencia.

4.4 El papel de la sustentabilidad en un entorno digital

La concepción hegemónica de desarrollo sustentable está delimitada por tres aspectos: económicos, sociales y ambientales. A continuación se hace un recorrido sobre su construcción teórica (Figura 40).

El informe de Bruntland es uno de los hitos que determina las bases del concepto, el cual tiene como recurso central el crecimiento económico, y presta atención a las necesidades presentes en consideración con las necesidades transgeneracionales. Sin embargo, en la práctica se contradice, la connotación que predomina es el modelo capitalista y la idea sobre modernidad contribuye a una ciencia que genera tecnología al servicio del capitalismo bajo la subordinación de factores sociales y ambientales.

Todo en el mundo digital deja de existir en el momento en el que los computadores (o cualquier otro dispositivo de hardware) se apaga.

Los procesos de contaminación son entendidos cuando se pueden percibir por nuestros sentidos.

En tanto, es imposible desaparecerlos rápidamente de nuestro entorno, en ese momento la contaminación es un problema. La diferencia entre ese tipo de contaminación y la contaminación digital es: la percepción en el espacio físico que ocupan.

La figura 37 muestra el contexto de la formulación del término “desarrollo sustentable” con el desarrollo dentro de una escala temporal relacionado a los hitos más importantes.

La infraestructura que necesita este mundo digital que existe y deja de existir a nuestro placer, forma parte de una problemática en cadena de contaminación digital que inicia desde nuestros hábitos de uso de tecnología, los dispositivos que compramos para ejecutarla, los servicios que contratamos y requieren de la colocación de instrumentos físicos (que se busca, sean cada vez menos llamativos en los espacios que ocupan).

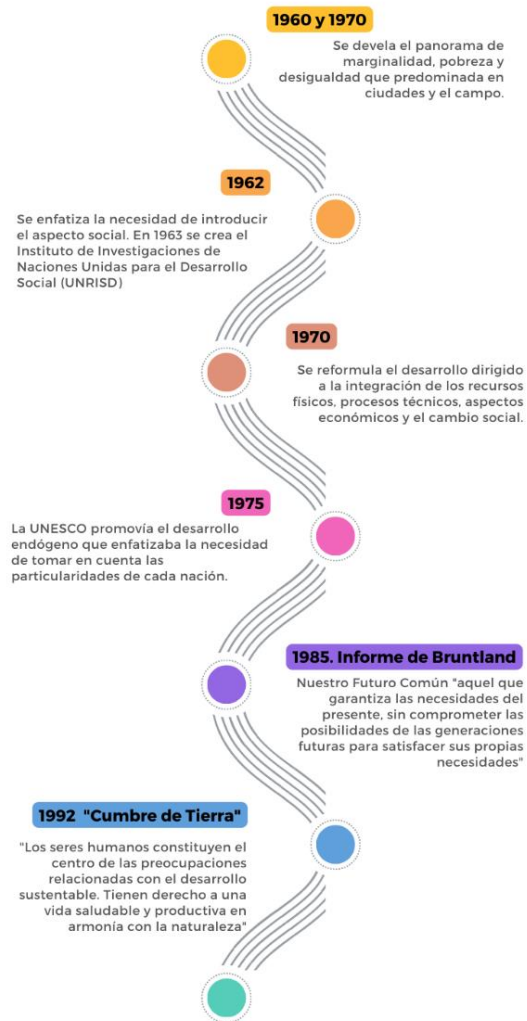


Figura 37. Contexto de la formulación de desarrollo sustentable (Mota & Sandoval, 2016)

Diseñar tecnología para la sustentabilidad es dejar de crear ciencia que sirva únicamente al capitalismo, y apele a un visión más holística y ética de la relación que tienen los humanos con la tecnología, y ésta a su vez, con un entorno social complejo y un ambiente natural.

4.5 Sobre el proceso de diseño de software para la sustentabilidad

Los procesos de diseño de software actuales son tecnocentristas y antropocentristas. Se reconoce el papel del usuario como una parte hiperfocalizada de dichos procesos ("Experiencia de Usuario", "Diseño Centrado en el Usuario") y la producción de tecnología está vinculada a los procesos previamente mencionados sobre "desarrollo" y "modernización", la idea de generar esta aportación no es únicamente poner la ciencia nuevamente al servicio del capitalismo. Los procesos de diseño son hiper focalizados en los usuarios y sus experiencias individuales, es necesario replantear las tecnologías digitales como herramientas conceptuales que se relacionan con el mundo natural y social colectivo sin agredirlo.

Entendamos la sustentabilidad como un proceso práctico que puede ser aplicado a un sistema, el cual, deberá especificar su interacción y definir su abordaje, considerando su función,

espacio y temporalidad. De esta manera, un sistema digital para la sustentabilidad deberá integrar parámetros contextuales, sociales, económicos, ambientales, culturales, políticos y cualquier elemento que de significación a la construcción de dicho sistema para generar un diseño del entorno digital holístico, ético, responsable con el medio ambiente y la sociedad. De esta manera, un proceso de diseño de software para la sustentabilidad deberá añadir juicios que equilibren el proceso de diseño durante su etapa de conceptualización. Para fines técnicos el resultado será un producto de diseño digital al cual se le aplicará un componente de elementos de significación sociales, contextuales, políticos, éticos, culturales y ambientales.

La complejidad de la integración de dichos criterios dependerá de distintos niveles de inferencia, es decir, actualmente se ha desarrollado mucha tecnología y es imposible cambiar, por ejemplo, toda la infraestructura ya creada por el hombre para hacerla más optima. De la misma manera, es importante destacar que los contextos tecnológicos, económicos, políticos, infraestructura, brecha digital y aspectos socio culturales dónde se origina la tecnología siempre son distintos, esta es otra problemática relacionada: el desarrollo de tecnología digital se diseña para masas. Por esta razón, el diseño de productos digitales debe ser decolonizado y dar paso a la contextualización. Es importante tener presente que el equilibrio total de integración de cada uno de los elementos para llegar a una sustentabilidad perfectamente equilibrada es una falacia. El proceso de

construcción y conceptualización de las plataformas digitales debe plantearse desde una perspectiva transaccional, ya que el proceso de comunicación e interacción humano – interfaz se explica como un “producto derivado de la captación de información del entorno físico y social que se procesa y transforma en mecanismos sensoriales, lingüísticos y cognitivos del sujeto, que luego generan una acción por parte de él, lo cual, transforma el entorno” (Ríos y otros, 2009)

La sustentabilidad es un proceso socio – ambiental complejo, por tanto, el modelo propuesto contiene elementos mínimos de información (pero nunca podrán ser enmarcados de manera absoluta) que deben ser incluidos durante los procesos de conceptualización de entornos digitales para formar epistemologías digitales en los procesos de diseño más sustentables.

Los datos integrados a la investigación propuestos son unidades mínimas que deberán ser completadas en función de las necesidades específicas del software. Ya que el proceso de sustentabilidad en el diseño de un producto digital no puede resumirse a una serie de reglas, su construcción está basada en el intelecto y la creatividad humana, así mismo, deberá atender a factores sincrónicos y diacrónicos en cuánto al surgimiento de nuevos paradigmas sociales. Podemos deconstruir el proceso de una forma reflexiva y autocrítica. Las transformaciones ambientales y sociales son complejas y requieren de colaboraciones entre disciplinas y procesos de interacción dentro de una connotación ética.

Por lo tanto, un software para a sustentabilidad, se define como:

“Programas de cómputo cuya conceptualización de diseño se basa en un pensamiento complejo e integrador de los elementos que lo conforman, añadiendo juicios de valor en torno a aspectos sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos de manera contextualizada, para diseñar tecnología encausada a la interacción requerida; procurando la optimización, calidad, resistencia, compatibilidad y modularidad entendido como un sistema que evoluciona”.

La siguiente figura muestra la visión general de un proceso preliminar de software para la sustentabilidad; tal propuesta es

el resultado del proceso metodológico propuesto en el capítulo III. Dicho modelo será probado en un focus group con el objetivo de realizar la comprobación de la hipótesis inicial. El proceso se resume y desarrolla a continuación:



Figura 38. Modelo preliminar para el proceso de diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración propia (2024)

A continuación, la figura 39, representa las herramientas, a las cuáles podemos nombrar “instrumentos de investigación” que se proponen en el proceso preliminar para llevar a cabo a la

recopilación de información y orientar a los participantes de *focus group* al desarrollo del proceso en búsqueda del proceso de conceptualización de un software.

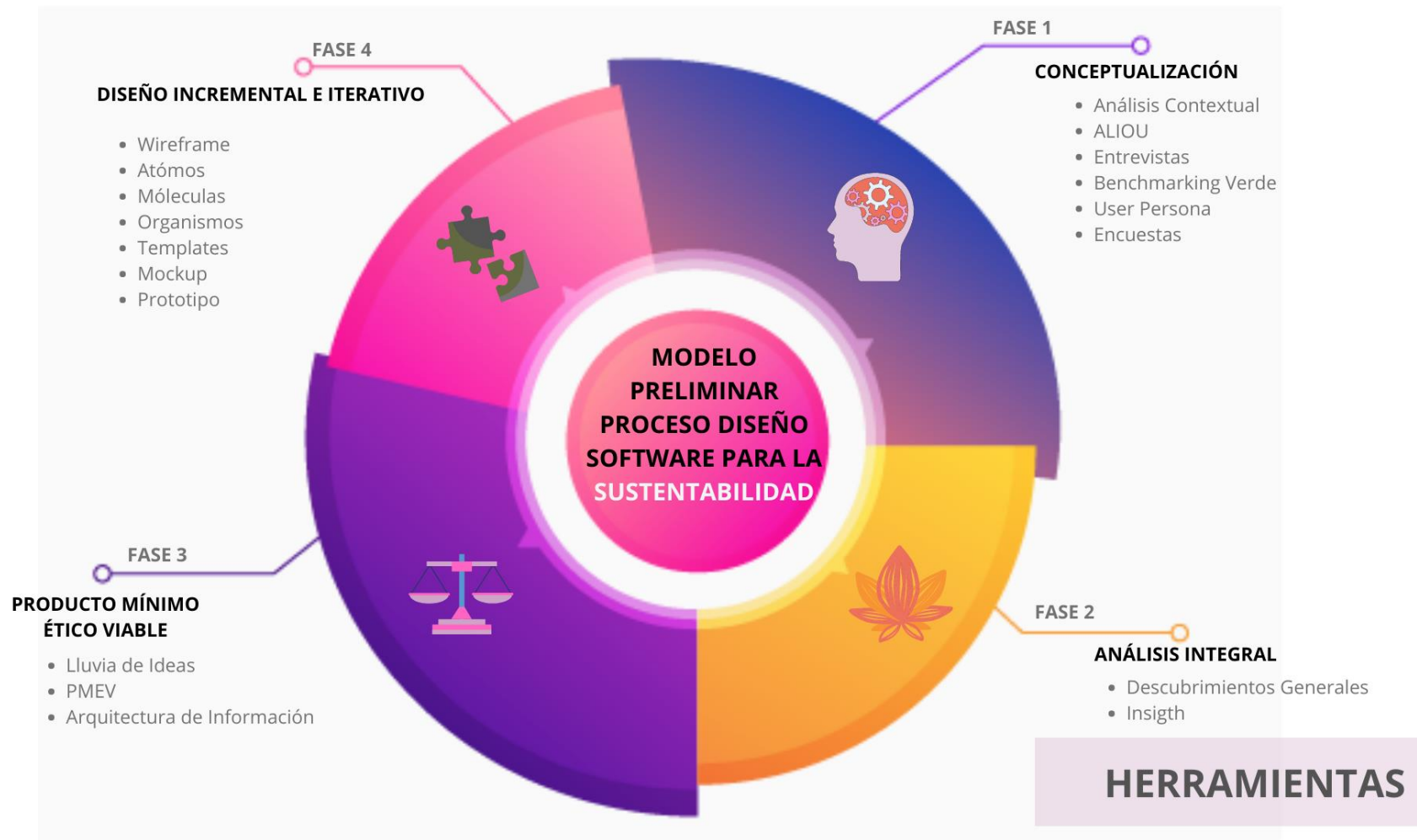


Figura 39. Herramientas modelo preliminar para el proceso de diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración propia (2024)

Resulta importante realizar la descripción de cada una de las unidades mínimas de información (recordando que el proceso preliminar propone que el modelo se pueda adaptar a las necesidades particulares ya sea agregando o quitando

elementos) para que estas, sean recopiladas con ayuda de cada una de las herramientas, por lo tanto, se presenta el siguiente esquema que desarrolla detalladamente dichos elementos:

FASE INCREMENTAL DE CONCEPTUALIZACIÓN

<i>1. CONCEPTUALIZACIÓN</i>			
NOMBRE HERRAMIENTA	OBJETIVO	UNIDADES MÍNIMAS DE INFORMACIÓN	RESULTADOS ESPERADOS
ANÁLISIS CONTEXTUAL	Integrar un análisis histórico, tecnológico, social y cultural para articular una nueva concepción y apropiación del producto digital.	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción estimada del software. • Software Similares. • Rol de usuarios y actividades. • Análisis Histórico. (evolución de software similares y prospectiva) • Análisis Social y Cultural. (Utilidad, connotaciones positivas y negativas de su implementación social y ambiental y ecológica). • Análisis tecnológico. (Infraestructura que necesita para su función, y las implicaciones para acceder dichos recursos) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descubrimientos relacionados a la utilidad que justifique la producción del software y contextualice históricamente aspectos relacionados.
ACTIVIDADES, LUGARES, INTERACCIONES, OBJETOS, USUARIOS (ALIOU)	Recopilar datos sobre una acción concreta que se considere principal respecto a la operatividad de la plataforma, a través de métodos etnográficos (vídeos, fotos, entrevistas, observación de campo) a partir de cinco aspectos que permitan determinar puntos	<p>Proceso en acción: acción que se documentará. Compromiso ambiental de la empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades: Resumen de las actividades relacionadas con el logro de objetivos específicos relacionado a las problemáticas que se desean resolver para uno o varios procesos. • Lugares: Identificar el ambiente físico (uno o varios) dónde ocurren las actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Categorizar las actividades relacionadas por orden de prioridad. ▪ Identificar puntos relacionados a la accesibilidad para el sistema especialmente en lo visual, auditivo y ergonómico) ▪ Identificar Infraestructura local básica que se tiene.

	clave sobre el entorno en el que se operará el software que se desea diseñar.	<ul style="list-style-type: none"> • Interacciones: La relación entre usuarios – usuarios o usuarios – objetos durante las actividades que realizan para lograr un objetivo. • Objetos: Los elementos relacionados con el ambiente y las relaciones que se establecen entre ellos al ejercer una función en el entorno observado. • Usuarios: Una observación que incluye sus creencias, necesidades, conductas, comportamientos, preferencias y conductas de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jerarquizar las actividades que realizan durante su interacción. ▪ Detección de módulos que tendrán que trabajar de forma interdependiente en los procesos digitales. ▪ Detectar problemas de inclusión relacionados. ▪ Listado de puntos críticos en la ergonomía del hardware que influye para el funcionamiento y accesibilidad del software.
ENTREVISTAS	Recolección de datos breve, concisa e informal basada en cuestionamientos enfocados en conocer aspectos positivos y negativos de los usuarios respecto a experiencias y opiniones sobre software similares.	No aplica.	Obtener una referencia de lo que queremos saber de una población más grande.
BENCHMARKING VERDE	Obtener comparadores de productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a software de naturaleza similar.	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la plataforma. • Desarrollador. • Cantidad de descargas. • Cantidad de opiniones. • Valoración promedio de usuarios en play store. • Tamaño de descarga de aplicación. • Requerimientos mínimos de SO. • Modelo de Negocios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evidenciar las buenas prácticas sobre algún área de interés para tomarse como referencia.

		<ul style="list-style-type: none"> • Paleta de colores. • Comentarios Positivos. • Comentarios Negativos. • Ventajas Competitivas. • Funciones de Accesibilidad. • Políticas Ambientales de la plataforma. • Políticas de inclusión de la plataforma. • Documentación gráfica de pantallas principales. 	
USER PERSONA	Interpretación y segmentación demográfica y psicográfica para definir el <i>focus group</i> basados en las similitudes, objetivos, roles y diferencias entre usuarios actuales o ideales para crear personajes ficticios que garanticen realizar un diseño centrado en el usuario y concentrar los esfuerzos en obtener productos útiles, deseables y ambientalmente responsables.	<ul style="list-style-type: none"> • Demográficos: Nombre, edad, género, ocupación, intereses generales, hobbies, discapacidad. • Psicográficos Tecnológicos: Experiencia, dispositivos y plataformas que utiliza, productos de referencia similares, expectativas, frustraciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir el objetivo, circunstancia y motivación con relación al producto o servicio con el que operará el producto digital.
ENCUESTAS		<p>Cinco categorías de información mínima:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Datos Generales ➤ Hábitos Digitales Relacionados ➤ Experiencia de Usuario ➤ Interacción ➤ Prácticas ambientales relacionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descubrimientos por categoría de información.

De acuerdo con (Martínez, 2012) y (Jansen, 2012) el muestreo de diversidad es la aplicación de encuestas de naturaleza cualitativa con el objetivo de representar la diversidad dentro de la temática que se desea abordar buscando una variación significativa. A diferencia de un muestreo probabilístico que busca una distribución variable a partir de niveles de confianza y precisión en función de la heterogeneidad, este muestreo no

puede establecerse desde un inicio, sino cuándo la indagación ha terminado, el parámetro que necesita establecerse es un muestreo por saturación definido como “el punto en el cual se ha escuchado ya una cierta diversidad de ideas y con encuesta adicional no aparecen elementos novedosos. Mientras sigan apareciendo nuevos datos o nuevas ideas, la búsqueda no debe detenerse” (Krueger & Casey, 2000). El punto decisivo no es el tamaño de la muestra, sino la riqueza de los datos.

Por lo tanto, esta metodología establecerá el parámetro de saturación luego de 5 entrevistas que proporcionen información nueva de forma mínima con una similitud igual o superior al 50%.

La encuesta deberá estar diseñada con base en los códigos de información obtenido previamente y deberán explorar la información pertinente y adecuada a el giro del software.

2. ANÁLISIS INTEGRAL

NOMBRE HERRAMIENTA	OBJETIVO	UNIDADES MÍNIMAS DE INFORMACIÓN	RESULTADOS ESPERADOS
INSIGHT	Establecer un equilibrio entre la situación actual y/o el estado deseado. Identificando el enfoque de los esfuerzos posteriores. Analizar profunda y críticamente la información previa, mezclando diversos conceptos.	No aplica	Aplicación del pensamiento divergente con equipos multidisciplinarios, para generar ideas y proponer soluciones de forma breve. Impulsar la estrategia de diseño a un nivel transformador, integrando.

3.

NOMBRE HERRAMIENTA	OBJETIVO	RESULTADOS ESPERADOS
LLUVIA DE IDEAS	Aplicación del pensamiento divergente con equipos multidisciplinarios, para generar ideas y proponer soluciones de forma breve. Impulsar la estrategia de diseño a un nivel transformador, integrando, así como consideraciones en torno a la infraestructura.	No aplica
PRODUCTO MINIMO ÉTICO VIABLE	Analizar el impacto en la optimización sobre los costes y tiempo de desarrollo, disminuyendo la incertidumbre y fracasos en nuevos productos al testear las hipótesis de las posibles soluciones dadas en los procesos previos para establecer las funciones mínimas que va a tener el sistema digital.	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la viabilidad e impactos de cada acción requerida para el sistema desde una crítica holística que integre elementos de significación sociales, contextuales, políticos, éticos, culturales y ambientales al proceso de diseño de la plataforma digital, así como su viabilidad económica de producción.
ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN	Definir la estructura de navegación y orden de la información para acceder a los bloques de contenido, de forma intuitiva, flexible, consistente y escalable, considerando el contexto.	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar a partir de un mapa las categorías de información y su conexión.
WIREFRAME	Esta versión plasma la propuesta de interacción, usabilidad y arquitectura de información, presentando más estructura respecto a el contenido.	No aplica
NOMBRE HERRAMIENTA	OBJETIVO	RESULTADOS ESPERADOS
DISEÑO DE ÁTOMOS	Son elementos gráficos con un alto nivel de abstracción imposibles de dividir (por ejemplo, botones, campos de texto, íconos, tipografía).	Mejora y propuesta de estilos de tipografía, análisis de íconos para optimización de accesibilidad e inclusión.

		<i>VERIFICACIÓN SEMIÓTICA A PARTIR DE METÁFORAS DIGITALES.</i>
--	--	--

DISEÑO DE MOLÉCULAS	La combinación de un grupo de átomos que se muestran como una totalidad para realizar acciones (por ejemplo, formularios).	
DISEÑO DE ORGANISMOS	Varias moléculas combinadas para realizar una función (por ejemplo, el encabezado de un sitio que puede contener un buscador, menú, logotipos etc.).	Mejora en el UX Writting del sistema, mejorando la apropiación, transferencia de información y concientización. <i>TEST A/B</i>
TEMPLATES	Un conjunto de organismos que dan estructura y se encuentran unidos para formar layouts (elementos ubicados de forma específica y estratégica en cuanto a la distribución visual).	Optimización en el color de las pantallas para la reducción de energía. <i>TEST ACCESIBILIDAD</i>
MOCKUP	La aproximación más real al producto final posterior al testeo de la arquitectura de la información y la construcción del diseño de interacción. Con una alta fidelidad del estilo visual que incorpora la identidad de las empresas de forma estática.	Verificación de las 10 heurísticas de Nielsen. <i>TEST HEURÍSTICAS DE NIELSEN</i>
PROTOTIPO	Esta versión incorpora la interacción, es decir, se conectar las pantallas diseñadas para simular una navegación con el producto real, replicando gestos de interacción natural con ayuda de herramientas digitales.	<i>TEST JOURNEY MAP</i>

El proceso es multidisciplinario, y deberá apoyarse del diseño de instrumentos de fácil interpretación, de los cuáles se puedan obtener síntesis que develen el estado esperado del sistema, bajo una mirada ética y ambientalmente responsable de manera iterativa e incremental.

4.6 El camino hacia un software sustentable

El desarrollo previamente descrito es una propuesta de diseño de un software para la sustentabilidad, a partir de una serie de factores que posibilitan una conceptualización de los sistemas digitales de forma holística; estos parámetros dan como resultado un producto que integra un análisis socio – ambiental y contextual desde la complejidad para su diseño dentro de un corto plazo. Sin embargo, este proceso puede dar paso a la sustentabilidad del software.

Entendamos la sustentabilidad como un atributo que puede ser aplicado a determinados sistemas abiertos y su interacción con elementos externos dentro del concepto de resiliencia que se conceptualiza como la capacidad de mantener su función de manera equilibrada, estructural y dinámica indefinidamente.

La idea es que el software adquiera la cualidad de autopoiesis dando paso a la resiliencia para mantenerse activo o continuar

operando eficientemente durante su crecimiento, a partir del diseño de una arquitectura de información escalable, la reutilización de bloques de código, corrección de fallas de forma modular, entendiendo que es un producto que no sufre un desgaste físico y que su creación está basada únicamente en el intelecto humano. El producto está sujeto a fallas por actualizaciones, sistema operativo o hardware.

De esta manera se explica que la sustentabilidad puede dar paso a la sostenibilidad, es decir, la perduración de dichos aspectos con el paso del tiempo. Sustentabilidad y sostenibilidad son dos elementos correlacionados, no son conceptos antagónicos, sino complementarios.

El proceso de diseño tomará en consideración la infraestructura disponible, los aspectos sociales, contextuales y políticos, sin embargo, deberá reconocer sus niveles de inferencia en las políticas públicas, es decir, resulta imposible rediseñar o solicitar cambios en la infraestructura tecnológica, el modelo deberá adaptarse a las condiciones iniciales, y dentro de un contexto capitalista donde las empresas producen tecnología en masa para su consumo y reemplazo, apelando a la conciencia de las empresas. Esperando como resultado un producto digital que cubra los fines operativos, las necesidades de los usuarios y evalúe el esfuerzos tecnológicos e impacto ambiental significando la dinámica de la plataforma que se desee abordar.

4.7 Focus Group

La aplicación del modelo preliminar para su afinación se realizará a un focus group de 18 alumnos universitarios de Ingeniería en Sistemas Computacionales de 6to semestre, la duración será de 4 meses en un periodo comprendido entre mayo y agosto del 2023, con un total de 27 sesiones de 2 horas, acumulando un total de 54 horas de sesiones para guiar el proceso de diseño.

Cada participante elegirá libremente la temática del software que desee diseñar.

4.8 Bitácora aplicación de proceso de diseño

A continuación se presenta la bitácora que documenta los aspectos generales relacionados a la aplicación del proceso de diseño de forma general para cada participante.

BITÁCORA ANÁLISIS CONTEXTUAL
Objetivo Instrumento: Integrar un análisis histórico, tecnológico, social y cultural para articular una nueva concepción y apropiación del producto digital.
Observaciones Generales: <ul style="list-style-type: none">✚ El instrumento permite definir puntualmente los objetivos particulares, softwares similares y determinar los roles principales que tendrán dichas plataformas.✚ El análisis histórico es un punto que resulta relevante para los participantes que realizan dicha investigación, ya que al momento de conceptualizar un sistema digital, únicamente se tiene conciencia de lo que existe y cómo se ha desarrollado hasta ese momento como punto de referencia... indagar la parte historia de la evolución de dicha tecnología, lleva a que esta herramienta integre aspectos sociales (el cuál, es un apartado separado).✚ El apartado social se confunde con el apartado histórico, la interrelación de la información provoca confusión sobre la clasificación de dicha información.✚ El análisis cultural no resulta de mucha relevancia en las conclusiones.✚ Sobre el análisis tecnológico, sucede algo similar, los participantes son capaces de hacer una lista de instrumentos tecnológicos que se utilizarán (teléfonos, laptop, servidores locales, etc.) pero la "infraestructura invisible" no es capaz de ser visibilizada para poder ser contemplada en el proceso de diseño de una forma responsable.

BITÁCORA ALIOU (ACTIVIDADES, LUGARES, INTERACCIONES, OBJETOS, USUARIOS)

Objetivo Instrumento: Recopilar datos sobre una acción concreta que se considere principal respecto a la operatividad de la plataforma, a través de métodos etnográficos (vídeos, fotos, entrevistas, observación de campo) a partir de cinco aspectos que permitan determinar puntos clave sobre el entorno en el que se operará el software que se desea diseñar.

Observaciones Generales:

- ✚ Definir un proceso en acción de manera clara y puntual fue el elemento que hace funcionar este instrumento, sin embargo, al realizarlo se pierde de vista que cada elemento de observación deberá ir relacionado con dicha acción.
- ✚ El apartado de actividades se confunde con “todas las actividades que realizará la aplicación y que estarán interconectadas, o se documenta “¿qué actividades debe hacer el usuario antes de realizar dicha acción”.
- ✚ Sobre los lugares, describir el entorno dónde podrá usarse la aplicación es algo que enriquece el diseño del producto de una forma clara, y que se ve reflejado en los descubrimientos de dicho instrumento, al considerar los espacios, la iluminación, etc.
- ✚ La mayoría de los descubrimientos son referente a el apartado de lugares de dicho instrumento y las consideraciones que se deben tomar para el diseño de las aplicaciones en función del espacio donde son operadas.
- ✚ Este instrumento delimita las pautas generales que ponen en contexto las primeras necesidades técnicas (colores, ayuda, navegación, accesibilidad etc) particulares que deberá considerar cada aplicación.
- ✚ La visión en conjunto sobre las interacciones, objetos y lugares contextualiza a los diseñadores sobre la necesidad de diseñar aplicaciones multiplataforma.
- ✚ El compromiso ambiental se limita a pautas básicas relacionadas con cuestiones relacionadas a la reducción de recursos naturales al digitalizar procesos de forma automática.

BITÁCORA ENTREVISTAS

Objetivo Instrumento: Recolección de datos breve, concisa e informal basada en cuestionamientos enfocados en conocer aspectos positivos y negativos de los usuarios respecto a experiencias y opiniones sobre software similares.

Observaciones Generales:

- ✚ Las entrevistas son una herramienta preliminar de mucha utilidad, y el momento en el que se tiene un primer acercamiento con ideas diversas, lo cual, nutre al diseñador y/o investigador con nuevas líneas para la indagación posterior.

BITÁCORA USER PERSONA

Objetivo Instrumento: Interpretación y segmentación demográfica y psicográfica para definir el focus group basados en las similitudes, objetivos, roles y diferencias entre usuarios actuales o ideales para crear personajes ficticios que garanticen realizar un diseño centrado en el usuario y concentrar los esfuerzos en obtener productos útiles, deseables y ambientalmente responsables.

Observaciones Generales:

- ✚ Desarrolla la herramienta es fácil, lo difícil, es elegir el arquetipo. Los participantes experimentaron problemas para definir: ¿quién sería el usuario final?, pese a la información previamente recopilada. La razón argumentada es que los espacios digitales son lugares de libre acceso y que cualquier persona podría ser un usuario potencial de dichos sistemas (sobre todo cuando la naturaleza de ellos proyectos era una plataforma como una e-commerce o con algún giro social) por el contrario de las aplicaciones que buscaban resolver problemáticas puntuales. En ambos casos, definir características ideales fue una tarea sencilla, pero sesgarlo a una edad, es un dato que parece difícil de sesgar.

BITÁCORA BENCHMARKING

Objetivo Instrumento: Obtener comparadores de productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a software de naturaleza similar.

Observaciones Generales:

- ✚ La información estadística sobre valoraciones, cantidad de descargas, desarrollador, etc. fue valiosa para los participantes del focus group. Hacer este estudio, permite comparar aplicaciones de naturaleza similar dentro de un esquema resumido facilitando la observación de sus prácticas puntualmente.
- ✚ Rescatar los comentarios desde la tienda de aplicaciones, es obtener información fiable, derivado de la sinceridad de miles de usuarios que han probado estas plataformas buscando cubrir sus necesidades.
- ✚ Los descubrimientos se nutren de toda la información.

BITÁCORA ENCUESTAS

Objetivo Instrumento: Diseñar una encuesta con base en cuatro categorías de información (datos generales, hábitos digitales relacionados, experiencia de usuario, políticas ambientales relacionadas) explorando información pertinente y adecuada a el giro del software.

Observaciones Generales:

- ✚ Diseñar las encuestas fue un proceso complejo, ya que al focus group le costaba discernir sobre preguntas de marketing, accesibilidad, interacción y experiencia, pese a que el instrumento delimita 4 categorías para poder estructurarse.

- ✚ La manera en que se planteaban las preguntas para obtener más información de las personas entrevistadas requirió mucha guía, ya que con constancia el planteamiento propiciaba alguna respuesta cerrada, o requería que las personas encuestadas se esforzaran demasiado pensando en ideas, se hizo especial énfasis en que fuera una encuesta simple, veloz, puntual y breve.
- ✚ Entre los resultados que se obtuvieron de información de manera destacada fueron cosas referentes a la arquitectura de información (derivado de la selección de preferencia en secciones que se plantearon)
- ✚ Este instrumento agrega información relacionada a prácticas ambientales, las personas opinaron que no les molesta el uso de materiales reciclables u omisión de bolsas.

BITÁCORA DESCUBRIMIENTOS GENERALES

Objetivo Instrumento: Resumen integral de los descubrimientos previos.

Observaciones Generales:

- ✚ Se logró recabar toda la información de los descubrimientos de cada herramienta de manera organizada, para poder tener una visión en conjunto de toda la información.

BITÁCORA INSIGHT

Objetivo Instrumento: Establecer un equilibrio entre la situación actual y/o el estado deseado. Identificando el enfoque de los esfuerzos posteriores a partir de un análisis profundo y crítico de la información previa, mezclando diversos conceptos.

Observaciones Generales:

- ✚ La mayoría de los insight atienden a las necesidades detectadas previamente, esta etapa fue sencilla de realizar en el sentido de que la práctica de sintetizar estaba más desarrollada para los participantes del focus group.
- ✚ Al ser frases “clave” se siente una falta de elementos o de descripción que queda sujeto a interpretarse como una conclusión superficial.
- ✚ Los insight generalmente se enfocan a acciones que deben realizar los sistemas, sin embargo, la parte de accesibilidad toma demasiada relevancia.

BITÁCORA LLUVIA DE IDEAS

Objetivo Instrumento: Aplicación del pensamiento divergente con equipos multidisciplinarios, para generar ideas y proponer soluciones de forma breve. Impulsar la estrategia de diseño a un nivel transformador, integrando y justificando el enfoque ambiental.

Observaciones Generales:

- ✚ La lluvia de ideas, durante la fase de planteamiento de preguntas tuvo que corregirse constantemente, ya que los planteamientos eran abordados de forma general.
- ✚ Muchas de las respuestas no tenían relación al diseño, sino a cuestiones de marketing, por lo tanto las respuestas también debieron ser corregidas.
- ✚ De manera general, las soluciones pensadas para ser implementadas en el diseño no tienen en cuenta consideraciones de desarrollo o presupuesto, sino resolver las necesidades identificadas en el proceso previo.

BITÁCORA PMEVA

Objetivo Instrumento: Analizar el impacto en la optimización sobre los costes y tiempo de desarrollo, disminuyendo la incertidumbre y fracasos en nuevos productos al testear las hipótesis de las posibles soluciones dadas en los procesos previos para establecer las funciones mínimas que va a tener el sistema digital.

Observaciones Generales:

- ✚ Tener una plantilla para únicamente el llenado de los elementos suele propiciar una manera fácil de trabajar con los procesos.
- ✚ Puede llegar a ser confusa la valoración de cada uno de los elementos.
- ✚ El instrumento es de fácil interpretación.
- ✚ El uso de colores para diferenciar el grado de viabilidad a simple vista fue adecuado.
- ✚ Evaluar el impacto ambiental y el impacto social no fue simple (el impacto social se interpreta como el valor para el usuario y parece repetitivo para él participante).

BITÁCORA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN

Objetivo Instrumento: Definir la estructura de navegación y orden de la información para acceder a los bloques de contenido, de forma intuitiva, flexible, consistente y escalable, considerando el contexto.

Observaciones Generales:

- ✚ Este instrumento es fácil de interpretar y realizar, tiende a relacionarse con un mapa mental, lo cual facilita la organización de los elementos.

- Los participantes determinaron categorías de información por color.
- La estructura de desarrollo horizontal fue la más utilizada por la mayoría
- Derivado de los insight previos, los alumnos pudieron integrar aspectos centrales a la arquitectura de información.

Nota: La intención de esta investigación no es establecer plantillas para la captura de la información antes descrita, derivado de la naturaleza del diseño, se considera que esto limita la capacidad creativa y de organización de información basados en las necesidades de cada equipo de trabajo y proyecto.

Sin embargo, para fines de fundamentación de esta investigación a continuación se presentan los anexos de un ejemplo (seleccionado de los 12 proyectos) que se desarrollaron a partir de este proceso metodológico:



BITÁCORA WIREFRAME

Descripción Instrumento: Esta versión plasma la propuesta de interacción, usabilidad y arquitectura de información, presentando más estructura respecto a el contenido.

Observaciones Generales:

- Es difícil pensar en testear la usabilidad de este tipo de prototipo, las pruebas que se realizaron tuvieron relación con la arquitectura de la información. Es decir, de acuerdo con la arquitectura de información se localizaron los elementos que deberían contener las pantallas.
- Para algunos participantes, crear la arquitectura de información y hacer el wireframe fue un ejercicio que hicieron de forma paralela.
- Para algunos participantes, la idea de crear primero el wireframe fue la primera opción y de ahí, obtuvieron la arquitectura de información.

- ✚ Esta primera fase de prototipo usando el tamaño del frame que predominará resulta complicada, ya que la adaptación de los elementos al tamaño de las pantallas es difícil de intuir desde este primer acercamiento, los participantes suelen dejar mucho espacio vacío.
- ✚ Esta etapa requirió agregar más tiempo para su realización, ya que requiere de mucho esfuerzo creativo.
- ✚ Los resultados del wireframe no contiene la totalidad de los elementos, ni el resultado final, pero son una descripción bastante acercada de los elementos.

BITÁCORA DISEÑO ÁTOMOS

Descripción: Son elementos gráficos con un alto nivel de abstracción imposibles de dividir (por ejemplo, botones, campos de texto, íconos, tipografía).

Observaciones Generales:

- ✚ De manera general fue simple acatar las indicaciones sobre la manera en que se clasificarían los elementos y cómo obtener el balance de estos.
- ✚ El diseño de las grids resulta complicado ya que, al estar trabajando en un entorno digital, es difícil imaginar el tamaño de los objetos y del área de trabajo, por lo tanto, en gran parte de los proyectos se pusieron algunas medidas que no eran adecuadas.
- ✚ Es difícil encontrar en una sola librería todos los íconos que se requieren, pero la homogeneidad de los iconos es un elemento indispensable.
- ✚ La herramienta digital para ayudar con la selección de colores facilitó mucho el trabajo de los participantes, y da mucho balance a la paleta de colores.

BITÁCORA DISEÑO MOLÉCULAS

Descripción: La combinación de un grupo de átomos que se muestran como una totalidad para realizar acciones (por ejemplo, formularios).

Observaciones Generales:

- ✚ El proceso de diseño de los elementos incluyo correcciones en repetidas ocasiones en aspectos sobre cómo utilizar la paleta de colores previamente definida, pese que los colores fueron generados con ayuda de un generador automático, el uso e implementación cuesta mucho a los participantes.
- ✚ Trabajar con las dimensiones de los elementos también fue una fase que requirió corrección, ya que el diseño de los elementos no era estandarizado y los tamaños de los input, botones e iconos sufrieron mucha variación.

BITÁCORA DISEÑO DE ORGANISMOS

Descripción: Varias moléculas combinadas para realizar una función (por ejemplo, el encabezado de un sitio que puede contener un buscador, menú, logotipos etc.).

Observaciones Generales:

- Los participantes repetidas ocasiones solicitaron aclarar cuales eran los elementos que podían ser considerados como organismos.
- Crear los componentes de los elementos fue una fase a la cuál no se prestaba atención, constantemente se repetía que debían utilizarse los componentes previos y generar los nuevos componentes de organismos.
- Los participantes tuvieron que corregir mucho los tamaños de las letras ya que en conjunto, éstas se veían demasiado pequeñas.
- El tamaño de los componentes también requirió corregirse.

BITÁCORA DISEÑO TEMPLATES

Descripción: Un conjunto de organismos que dan estructura y se encuentran unidos para formar layouts (elementos ubicados de forma específica y estratégica en cuanto a la distribución visual).

Observaciones Generales:

- En un principio, la ubicación de los elementos dentro de las pantallas no se apoyó de un grid. Y los elementos quedaron ubicados las distintas coordenadas.
- Los participantes tenían la tendencia a duplicar los elementos en las pantallas y no utilizar los componentes.
- El diseño de wireframe, en su mayoría sufrió pocos cambios.
- Una vez que los templates fueron implementados, la construcción se tornó más fácil, y los participantes reconocieron y comprendieron la utilidad de usar los componentes, ya que los cambios que se solicitaban fueron mucho más fáciles y rápidos de realizar.

BITÁCORA MOCKUP

Descripción: La aproximación más real al producto final posterior al testeo de la arquitectura de la información y la construcción del diseño de interacción. Con una alta fidelidad del estilo visual que incorpora la identidad de las empresas de forma estática.

Observaciones Generales:

- Las pantallas se replicaron rápidamente. Planificar cómo funciona paso por paso el sistema digital, agrego una visión más determinada y pausada del funcionamiento de estas plataformas, permitiendo reflexionar sobre la navegación de los sistemas digitales y corrigiendo la usabilidad.
- Los prototipos rápidamente crecieron en el diseño.
- Esta fase no requirió demasiada explicación.

BITÁCORA PROTOTIPO

Descripción: Esta versión incorpora la interacción, es decir, se conectan las pantallas diseñadas para simular una navegación con el producto real, replicando gestos de interacción natural con ayuda de herramientas digitales.

Observaciones Generales:

- La animación y transición de todo el prototipo desarrollado no requirió demasiada explicación.
- Las animaciones pudieron implementarse con facilidad.
- En este punto, ya se entendía el funcionamiento del ecosistema de diseño y las correcciones podían hacerse en cascada.
- Existió confusión en el armado de las pantallas, ya que los prototipos más extensos, debían tener clara la visión del armado, por esta razón, las pantallas tuvieron que acomodarse de manera secuencial y clara.

Nota: La intención de esta investigación no es establecer plantillas para el diseño de los elementos antes descritos, así como el uso del área de trabajo, ya que se considera que esto limita la capacidad creativa y de organización de información basados en las necesidades de cada equipo de trabajo y proyecto.

Sin embargo, para fines de fundamentación de esta investigación a continuación se presentan los anexos de algunos de los 12 proyectos que se desarrollaron basados en esta propuesta de diseño modular:



4.9 Bitácoras proyectos concluidos en su totalidad

La aplicación del focus group inicio con 18 proyectos, de los cuales, **se completaron por cuestiones ajenas al proceso y de índole personal: 12.** De los cuales:

DISPOSITIVO PARA EL QUE SE DISEÑO



DISPOSITIVOS MÓVILES



COMPUTADORA

SISTEMA OPERATIVO PARA EL QUE SE DISEÑO



WINDOWS



IOS



ANDROID

A continuación se describe cada uno de los 12 proyectos finalizados, documentando de manera breve los elementos que fueron integrados derivado del proceso de investigación previo, y que destacan las plataformas diseñadas sobre otras de naturaleza similar.

Tabla 5. Resumen sobre los objetivos alcanzados por cada proyecto finalizado. Elaboración propia (2023)

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
SOLAR BOOST	<p>Plataforma E-commerce de paneles solares que tiene como objetivo la venta, asesoramiento y soporte de paneles solares. La aplicación incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reseñas de los usuarios • Análisis financiero con un apartado para realizar una simulación entre el consumo actual y la proyección en ahorro derivado de la implementación de paneles solares. • Módulos de atención al cliente, soporte, promociones. • Módulo de configuración de paneles solares, con el apoyo de realidad aumentada.

<p>SYMPHONYFY</p>	<p>Plataforma de Streaming de música personalizable. La aplicación incluye las funciones generales sobre reproducción de música como iniciar sesión, crear playlist, escuchar podcast, listas recomendadas, y agrega funciones sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalización de interfaz con 7 estados de ánimo predeterminados. • Modo Kids • Traducción de letras en 3 idiomas. • Conexión con Shazam • Modo Daltónico
<p>PLAYEDGE</p>	<p>Plataforma E-Commerce creada para la comunidad gamer, una de sus características principales es la propuesta para poder acceder a explorar o adquirir una amplia variedad de videojuegos para cualquier plataforma, además incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalización de accesibilidad (la tipografía y su tamaño). • Modo oscuro • Modo daltónico • Sección dedicada a juegos relacionados con las temáticas específicas (por ejemplo: día del medio ambiente) • Valoraciones de juegos (jugabilidad, narrativa, dificultad)
<p>WATCH PLUS</p>	<p>Plataforma de Streaming de vídeo, su principal característica, es intentar mejorar la usabilidad de la navegación al momento de configurar PIN en los perfiles, recuperar contraseñas, realizar búsquedas de contenido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ofrece opciones relacionadas a la accesibilidad (Dictado por voz, personalización de la interfaz con tres paletas de colores, tamaño de la fuente de subtítulos y cambios de idioma)
<p>LIBRUSA</p>	<p>Librusa es una plataforma diseñada para la comunidad de lectores que estén interesados en vender, comprar, e intercambiar libros tanto físicos, como digitales. Entre otras características se destaca por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de un blog con información de los autores y calificaciones sobre las reseñas de los libros. • Propuesta de intercambio de recursos. • Diseño de un entorno de lectura digital que contiene marca textos y separadores
<p>ECO - TIRE</p>	<p>Plataforma diseñada para una tienda particular que tiene la intención de vender neumáticos nuevos y reutilizables. Lo usuarios registrados tendrán la opción de comprar o vender a el establecimiento sus piezas. Así como un acceso al catálogo de puntos de cada sucursal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de realidad aumentada para la visualización de piezas con más detalle.

ALLZMUSIC	<p>Plataforma Streaming de música. La aplicación incluye las funciones generales sobre reproducción de música como iniciar sesión, crear playlist, escuchar podcast, listas recomendadas, y agrega funciones sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un resumen del tiempo de reproducción diaria y las emisiones relacionadas. • Personalización de modo oscuro, contraste, tamaño de letra • Modo Daltónico. • Configuración de una breve presentación en el perfil. • Donación a causas ambientales y sociales.
PAWCARE	<p>Aplicación para la localización y comunicación con veterinarias cercanas, con un amplio catálogo de información sobre mascotas. Además:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sección de recomendaciones de cuidado de las mascotas. • Calendario para programar recordatorios de medicamentos. • Opciones para apoyo sobre campañas para de animales en peligro, adopción, etc.
GAMEVERSE	<p>En GameVerse es una E-Commerce dónde se podrá comprar videojuegos para consola y pc. Con una amplia variedad y opciones para ayudar al filtrado de resultados. Incorpora funciones de dictado por voz, y enlaces para obtener información de los sitios oficiales de las personas que desarrollaron las plataformas. Además de que la comunidad evalúa los juegos en función de: gameplay, historia, gráficos, banda sonora.</p>
MURRY	<p>E-Commerce donde los usuarios compran y venden diversos artículos, tanto nuevos, como de segunda mano. Las funciones de envío implementan opciones ECO sobre las envolturas de los artículos adquiridos.</p>
RETRO ROOMS	<p>E-Commerce dónde se podrá comprar videojuegos para consola y pc. Se destaca por promover insignias con base en las compras que los usuarios realicen y con esto, obtener beneficios exclusivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personaliza la interfaz con tres estilos relacionados al ahorro de energía durante el uso de la aplicación.
SPORTING SOUL	<p>E-commerce ropa de moda deportiva. Su principal objetivo es ofrecer transparencia en la información relacionada a la calidad de las prendas y ser una plataforma inclusiva.</p>

Por favor, escanea este código QR para acceder a los anexos que contienen algunas de las pantallas que fueron diseñadas de cada proyecto basados en el sistema de diseño anteriormente desarrollado.



CAPÍTULO V.
*Resultados y
discusión*

5.1 Resultados Proceso de Diseño

Al finalizar la aplicación del proceso de diseño, se diseñó una entrevista estructurada con 20 preguntas para analizar la experiencia relacionada al uso e implementación de diversas

técnicas de investigación del proceso propuesto de forma preliminar con el objetivo de detectar áreas de mejora. Se destacan los resultados principales:



100%

**PARTICIPANTES
CONSIDERAN
QUE...**

La información documentada **contribuye significativamente a la mejora del diseño y desarrollo del software.**

El proceso de investigación ayuda a **determinar las tareas que deben incluirse en el sistema digital.**

Las **entrevistas** son una de las herramientas más **útiles** y que aportan **más información.**

El proceso ayuda a **detectar** desde etapas tempranas **funcionalidades relacionadas a la accesibilidad** digital que deben ser incluidas en el sistema digital

Considerar los comentarios y sugerencias de los usuarios sobre las aplicaciones ya existentes es de gran ayuda.

Evaluar la viabilidad de las funciones que requiere el sistema digital en función de su impacto social, ambiental y el esfuerzo tecnológico que requiere **es muy relevante.**

El proceso ayuda en la **detección y desarrollo de estrategias ambientales** que pueden ser incluidas en las plataformas digitales y/o en el modo de operar a nivel empresa.

El proceso ayuda en la detección y desarrollo de **estrategias en torno a temas de inclusión en las plataformas digitales.**

El **diseño modular** ayuda y facilita tener diseños mucho más **homogéneos.**

RESULTADOS PROCESO DE DISEÑO

RELEVANCIA DEL PROCESO DE DISEÑO



83,3 %

MUY RELEVANTE



16,7 %

IMPORTANTE

FASE DE DISEÑO MÁS COMPLICADAS

Diseño de Organismos (25%)
Moléculas / Templates / Prototipo (16.7)
Átomos (8.3%)

FASE DE DISEÑO MÁS FÁCIL

Diseño de Organismos (41.7%)
Prototipo (33.3)
Mockup (25%)



91.7%

DE LOS PARTICIPANTES CONSIDERAN...

El proceso de investigación lo hizo **reflexionar sobre las implicaciones éticas, sociales y contextuales** antes de diseñar su plataforma digital.

Es de utilidad **implementar esquemas de diseño y arquitectura de información** antes de iniciar con la fase de desarrollo de prototipos.

SATISFACCIÓN DE RESULTADO PRODUCTO FINAL DE DISEÑO (AUTOEVALUACIÓN)



58,3 %

ESTOY MUY SATISFECHO



41,7 %

AÚN EXISTEN ÁREAS DE MEJORA

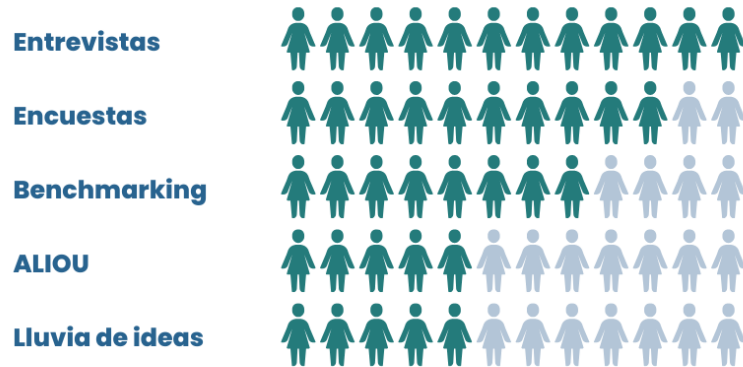


83.3%

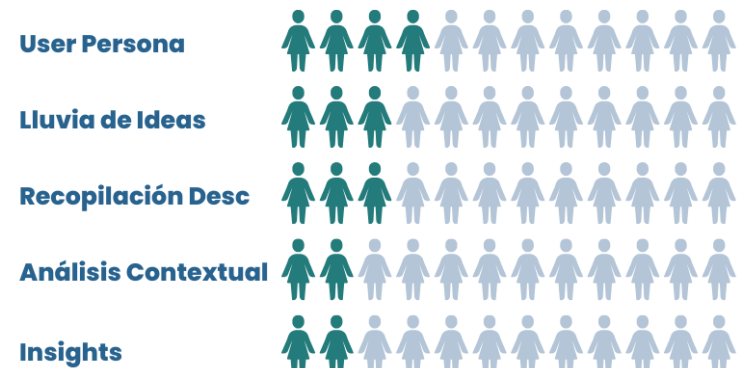
DE LOS PARTICIPANTES CONSIDERAN...

El resultado final del proceso se alinea con los objetivos planteados inicialmente, como resultado del proceso de investigación que fueron desarrollados previo a la construcción del prototipo.

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN QUE APORTARON MÁS INFORMACIÓN AL PROCESO



TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN QUE APORTARON MENOS INFORMACIÓN AL PROCESO



RESULTADOS PROCESO DE DISEÑO

“Volvería a utilizar el proceso, quizás con un poco menos de pasos de investigación”

“La investigación me pareció fácil, hacer el prototipo fue más complicado”

“Me faltó tiempo para desarrollar más apartados”

La aplicación que usamos es muy buena para desarrollar prototipos”

COMENTARIOS DEL PROCESO

“El proceso es importante porque ayuda a tener orden en la creación de un sistema digital”

“Ahora comprendo la importancia de realizar una investigación previa, para realizar prototipos que se adapten a las necesidades de las personas”

“El proyecto lleva mucho tiempo, pero ver los resultados me genera satisfacción”

“Me ayuda a tener en cuenta aspecto de accesibilidad que no consideran otras aplicaciones y que pueden ser implementadas”

“Jamás imagine que fuera necesario realizar tanta investigación antes de crear un prototipo”

“Fue muy tedioso, pero valió la pena el esfuerzo”

RESULTADOS PROCESO DE DISEÑO

5.2 Resultados autoevaluación y evaluación pares ciegos

Se realizó un cuestionario para obtener resultados de una autoevaluación y la evaluación de un par ciego, definido de manera aleatoria, en búsqueda de similitudes y/o inconsistencias en cada uno de los resultados. Cada respuesta

podía ser evaluada en un rango de 1 a 5, dónde 1 era la calificación más negativa relacionada a la experiencia de cada aspecto, y 5 la más positiva. A continuación se describe la estructura de este:

INTRUMENTO AUTOEVALUACIÓN / EVALUACIÓN PAR CIEGO

Cuestionario estructurado de 25 preguntas, de las cuales:

5 preguntas enfocadas a la usabilidad

- Navegación
- Arquitectura de Información

6 preguntas enfocadas al diseño contextual de la tecnología

- Coherencia
- Regulación de inf

5 preguntas enfocadas a la accesibilidad

- Iconografía
- Contrastes
- Calidad de gráficos
- Personalización

4 preguntas sobre inclusión

- Contenido no discriminatorio
- Diversidad Idiomas
- Libertad de expresión

5 preguntas aspectos ambientales

- Ahorro de energía
- Sensibilización
- Difusión prácticas ambientales

Cada respuesta podía ser evaluada en un rango de 1 a 5, dónde:

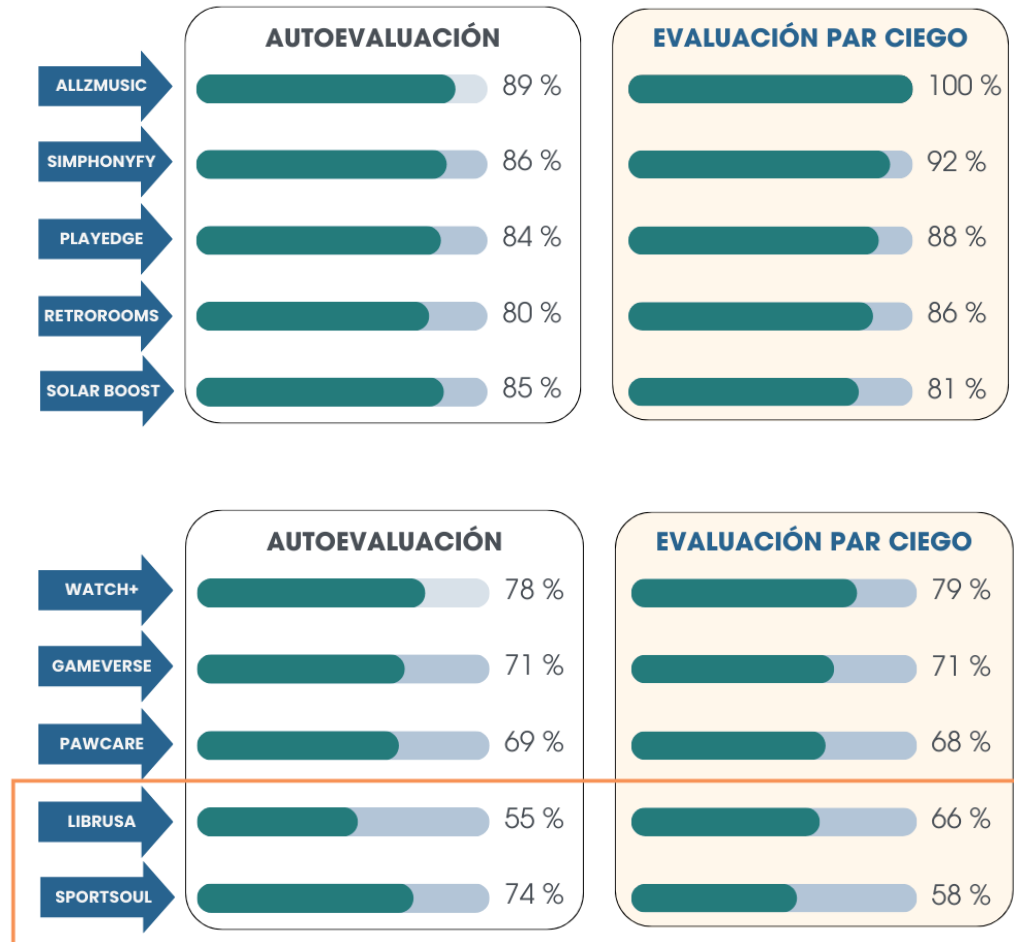
- 1 = No
- 2 = Un poco
- 3 = Medianamente
- 4 = La mayoría de las veces
- 5 = Sí, siempre.

Por lo tanto, el resultado máximo en puntos que podía ser alcanzado es: 125.

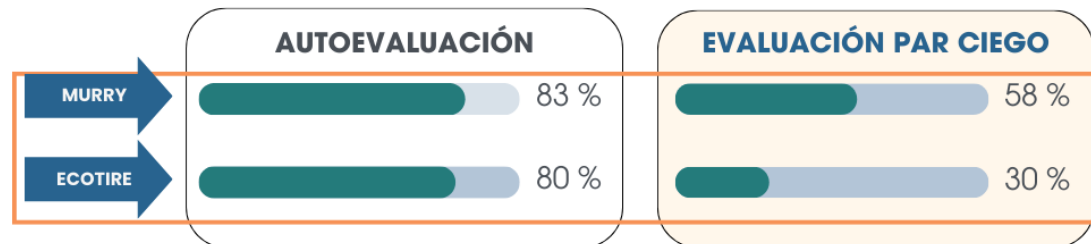
Una vez obtenidos los resultados, se procedió a realizar la suma de la puntuación asignada a cada respuesta. A continuación se

muestran los resultados de las evaluaciones de manera descendente de acuerdo con los resultados del par ciego.

COMPARACIÓN RESULTADOS AUTOEVALUACIÓN Y PARES CIEGOS



COMPARACIÓN RESULTADOS AUTOEVALUACIÓN Y PARES CIEGOS



Para los último 4 proyectos, hay una **diferencia marca por más de un 10%. La evaluación que se muestra más objetiva en contraste con el producto final es la evaluación por el par ciego**, por lo tanto es el resultado más fiable.

5.3 Análisis de resultados autoevaluación y evaluación pares ciegos

Se presentan los resultados de la evaluación por par ciego y la autoevaluación de cada uno de los proyectos finalizados. Las

tablas muestran la calificación obtenida por cada pregunta de acuerdo con su categoría.

5.3.1 Resultados asociados a la usabilidad

Las tablas mostradas son el resumen del puntaje obtenido de la autoevaluación y la evaluación de par ciego para cada una de las preguntas realizadas en el cuestionario. Los resultados

de las preguntas que corresponden a la evaluación de la usabilidad. Las inconsistencias en los resultados fueron mínimas.

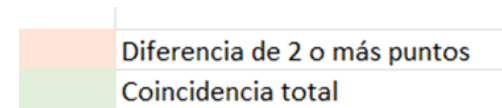
¿Consideras que el diseño de la plataforma es claro y fácil de entender?			¿La interfaz te permite navegar de manera fluida e intuitiva?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	4	5	SPORTINGSOUL	4	4
SOLAR BOOST	5	5	SOLAR BOOST	4	3
WATCH PLUS	5	5	WATCH PLUS	4	4
GAMEVERSE	4	4	GAMEVERSE	3	3
LIBRUSA	3	4	LIBRUSA	3	5
MURRY	3	4	MURRY	3	4
PAWCARE	4	4	PAWCARE	4	5
RETRO ROOMS	4	5	RETRO ROOMS	5	5
ECO TIRE	4	2	ECO TIRE	4	1
ALIZMUSIC	5	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5	PLAYEDGE	5	5

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

Los resultados que tienen una diferencia de 2 o más puntos respecto a la autoevaluación y la evaluación por par ciego, se

muestran en un tono naranja, por otra parte, los resultados que están en blanco tienen una diferencia de 1 punto.

¿El uso de iconos y elementos visuales, facilitan la comprensión de la interfaz y minimizan la necesidad de implementar texto explicativo?			¿La información colocada en textos y títulos que contienen información, así como las etiquetas que utilizan los botones, son descriptivas y te ayudan a comprender su función?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	4	5	SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	3	4	SPORTINGSOUL	4	4
SOLAR BOOST	4	5	SOLAR BOOST	4	5
WATCH PLUS	4	5	WATCH PLUS	5	5
GAMEVERSE	4	3	GAMEVERSE	3	4
LIBRUSA	3	4	LIBRUSA	3	4
MURRY	5	4	MURRY	5	4
PAWCARE	5	5	PAWCARE	5	4
RETRO ROOMS	5	3	RETRO ROOMS	5	5
ECO TIRE	5	3	ECO TIRE	5	2
ALIZMUSIC	5	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5	PLAYEDGE	5	5



¿Tuviste dificultades para encontrar y acceder a la función de búsqueda del sitio web?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	2	2
SPORTINGSOUL	4	3
SOLAR BOOST	4	3
WATCH PLUS	3	3
GAMEVERSE	4	1
LIBRUSA	2	1
MURRY	3	2
PAWCARE	2	4
RETRO ROOMS	1	3
ECO TIRE	2	4
ALIZMUSIC	1	5
PLAYEDGE	1	1

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

Se presenta el proyecto mejor evaluado por la usabilidad, para acceder a él, por favor, escanea el código QR.



Para lograr ese nivel interactivo, con la mayor cantidad de opciones disponibles, se diseñaron alrededor de 500 pantallas. Éste fue el prototipo más robusto, y con mayor nivel de interacción disponible apegado a el diseño de arquitectura de información.

5.3.2 Resultados asociados al diseño contextual

Se muestran los resultados de las preguntas que corresponden a la evaluación de los aspectos asociados al diseño contextual.

¿El diseño de las páginas es coherente con la operación que estás realizando?			¿Consideras que el diseño de interfaz, tipografía, imágenes y colores, son coherentes con el tipo del público al que se dirigen (por ejemplo: informativo, entretenido, cultural, dirigido a un público infantil etc.)?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	4	4	SPORTINGSOUL	4	4
SOLAR BOOST	5	5	SOLAR BOOST	4	4
WATCH PLUS	3	5	WATCH PLUS	4	4
GAMEVERSE	4	5	GAMEVERSE	4	5
LIBRUSA	3	4	LIBRUSA	4	5
MURRY	5	4	MURRY	5	4
PAWCARE	5	5	PAWCARE	5	5
RETRO ROOMS	4	5	RETRO ROOMS	4	4
ECO TIRE	5	3	ECO TIRE	5	1
ALIZMUSIC	5	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5	PLAYEDGE	5	5

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

¿Consideras que el diseño de interfaz, tipografía, imágenes y colores, son acordes a la función operacional que realizan?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	5	4
SOLAR BOOST	4	4
WATCH PLUS	4	5
GAMEVERSE	5	5
LIBRUSA	4	4
MURRY	5	4
PAWCARE	5	5
RETRO ROOMS	4	5
ECO TIRE	5	1
ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5

¿Los contenidos y recursos proporcionados en la plataforma son relevantes y específicos para el lugar donde se utiliza?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	4	4
SOLAR BOOST	4	5
WATCH PLUS	4	4
GAMEVERSE	4	5
LIBRUSA	3	4
MURRY	5	4
PAWCARE	4	5
RETRO ROOMS	5	5
ECO TIRE	5	2
ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

Nuevamente (y cómo se seguirá observando posteriormente) el proyecto que lleva por nombre “Eco- TIRE” tiene inconsistencias en la evaluación por más de dos puntos de diferencia. En la

revisión del proyecto se determina que éste no cumple con las características, comprobando que la autoevaluación fue manipulada y poco objetiva por parte del diseñador.

A continuación, se muestran algunos proyectos que idearon soluciones con base en el contexto y los usuarios para los que se conceptualizó.

SolarBoost es una plataforma que busca cubrir necesidades de clientes potenciales que adquieran paneles solares. En ese

sentido, se agregó un módulo para ayudar a usuarios interesados en adquirir el producto, con una propuesta que incluye el uso de realidad aumentada para ayudar a configurar el panel solar en función de las necesidades específicas basados en la ubicación geográfica, tipo de panel solar o potencia requerida.

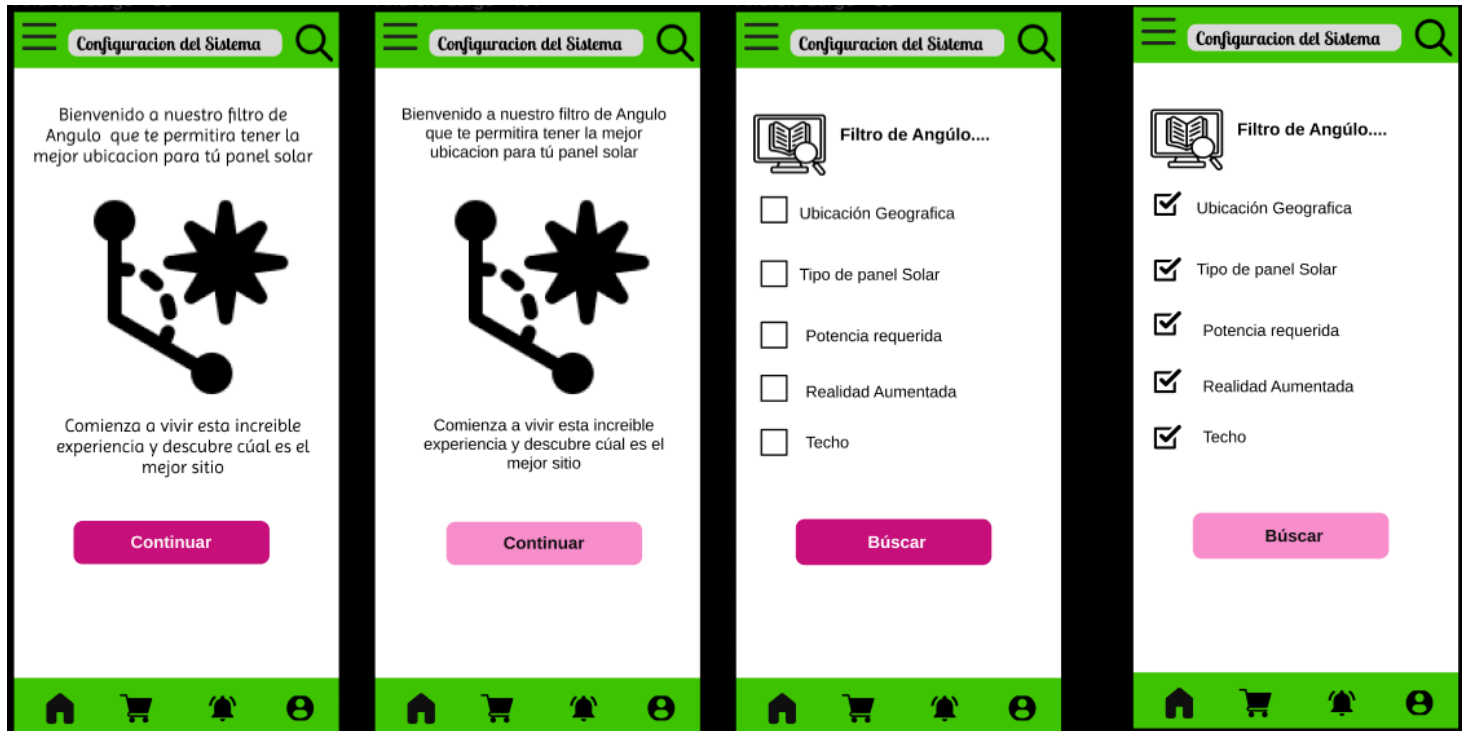


Figura 40. Diseño contextual SolarBoost.

El aspecto central de la evaluación de este aspecto concreto son los resultados y las soluciones a las que se pudo llegar gracias al proceso de diseño, más no la evaluación del producto en torno a aspectos técnicos de diseño.

Por su parte, el proyecto “Librusa” busca diseñar una aplicación para la venta e intercambio de libros físicos y/o digitales, sumando reseñas de los libros, sinopsis e información

sobre los autores, cubriendo las necesidades específicas de una comunidad apasionada de la lectura.

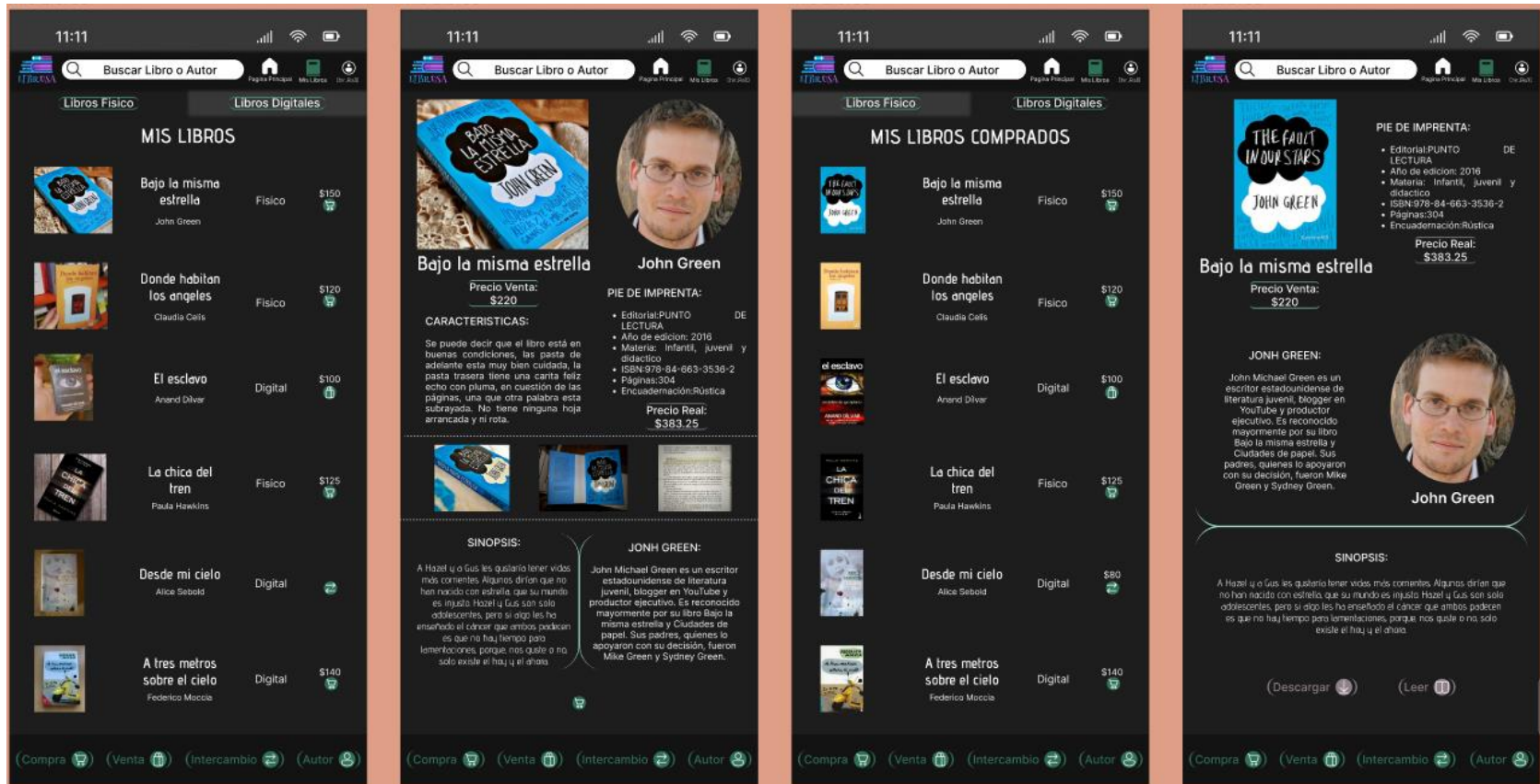


Figura 41. Diseño Contextual Librusa

Symphonyfy es una aplicación que propone adaptarse en cuánto a colores y recomendaciones musicales a partir de la

clasificación de “estados de ánimo” de los usuarios, dando una rápida respuesta y transformación de la plataforma.

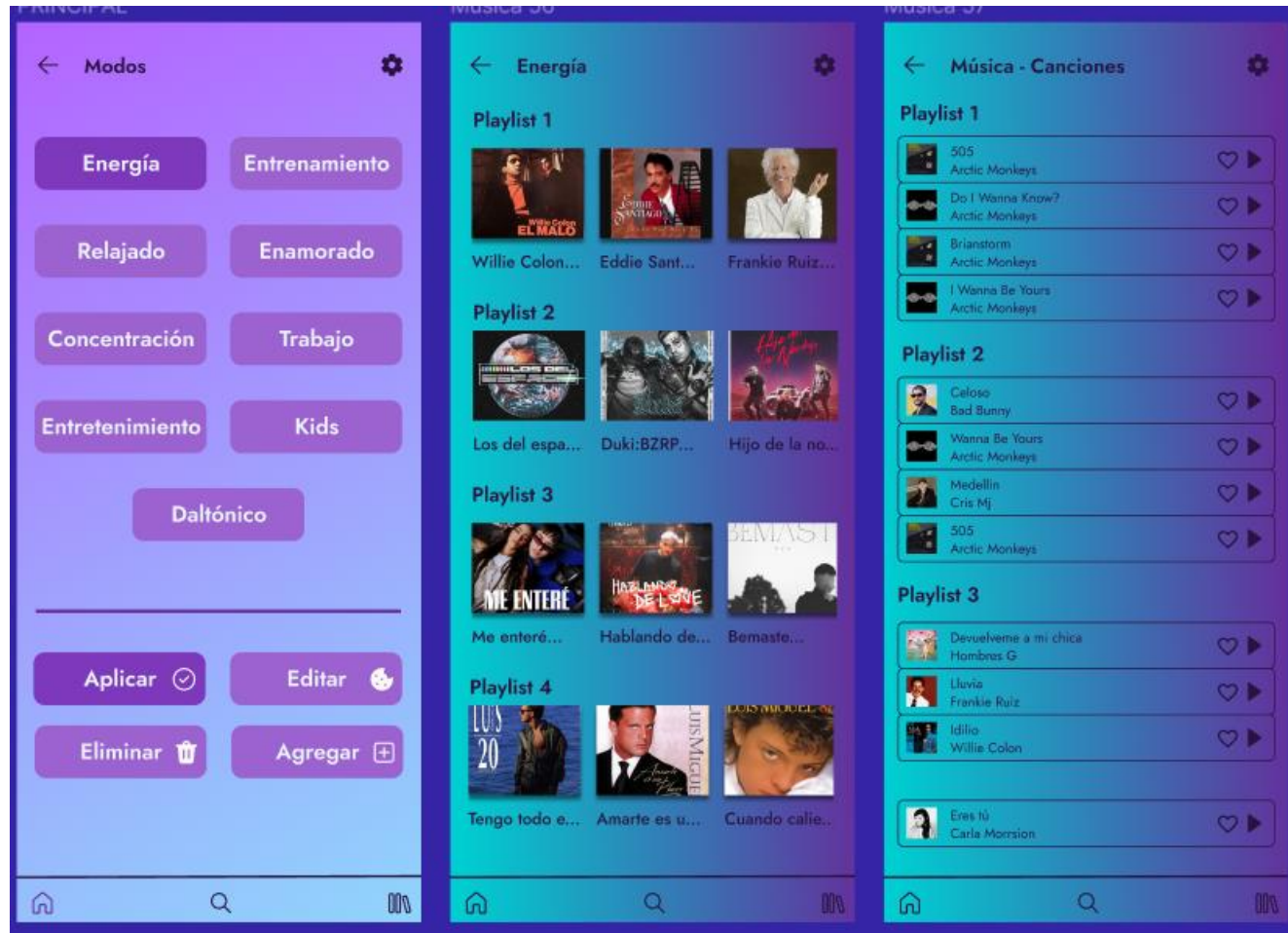


Figura 42. Diseño Contextual. Estado de ánimo. Symphonyfy

5.3.3 Resultados asociados a la accesibilidad

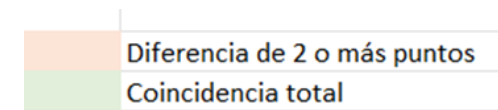
A continuación se muestran los resultados de las preguntas que corresponden a la evaluación de los aspectos asociados a la accesibilidad. Las inconsistencias marcadas para los

proyectos “Murry”, “Eco-Tire” y “Sporting Soul” están justificadas con relación a la falta de objetividad en su autoevaluación.

¿Encuentras que la fuente de texto utilizada en el sitio web es legible y de tamaño adecuado?			¿El sitio web tiene un contraste de color adecuado entre el texto y el fondo para facilitar la lectura?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	5	4	SPORTINGSOUL	4	4
SOLAR BOOST	4	4	SOLAR BOOST	5	5
WATCH PLUS	4	5	WATCH PLUS	4	4
GAMEVERSE	2	3	GAMEVERSE	4	5
LIBRUSA	2	3	LIBRUSA	4	4
MURRY	5	5	MURRY	5	4
PAWCARE	5	5	PAWCARE	4	5
RETRO ROOMS	4	5	RETRO ROOMS	4	5
ECO TIRE	5	2	ECO TIRE	5	2
ALIZMUSIC	4	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5	PLAYEDGE	5	5

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

¿Encuentras que la plataforma ofrece opciones de personalización para adaptarse a tus necesidades y preferencias de manera general?			En general, ¿consideras que el sitio web es accesible y fácil de usar para todas las personas, independientemente de sus habilidades o discapacidades?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	4	5
SPORTINGSOUL	4	3	SPORTINGSOUL	4	2
SOLAR BOOST	5	4	SOLAR BOOST	4	5
WATCH PLUS	4	4	WATCH PLUS	5	3
GAMEVERSE	2	2	GAMEVERSE	4	3
LIBRUSA	3	4	LIBRUSA	3	4
MURRY	5	3	MURRY	5	2
PAWCARE	2	1	PAWCARE	3	4
RETRO ROOMS	4	5	RETRO ROOMS	4	4
ECO TIRE	3	1	ECO TIRE	5	1
ALIZMUSIC	4	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5	PLAYEDGE	5	5



Entre los aspectos implementados, derivados del proceso previo, para el área de accesibilidad se destaca la propuesta

de agregar distintos modos y opciones para personalizar aspectos generales de las aplicaciones.

Si bien, atender a características de accesibilidad requiere conocimientos y pruebas especializadas para la fase de desarrollo, se admite que el proceso cumple al lograr que el diseñador proponga y contemple estos aspectos desde fases iniciales de diseño, lo cual, abre otras líneas de investigación.



Figura 43. Accesibilidad. Opciones para Daltonismo Playdge

Otras opciones para la accesibilidad que fueron adecuadas por la mayoría de los proyectos son funciones de dictado por voz, como lo muestra la figura 44. De la misma manera, una propuesta para asociar elementos de otras plataformas relacionadas, como en el caso de las plataformas de música,

para tener la posibilidad de realizar búsquedas dentro de la misma aplicación (Figura 45)

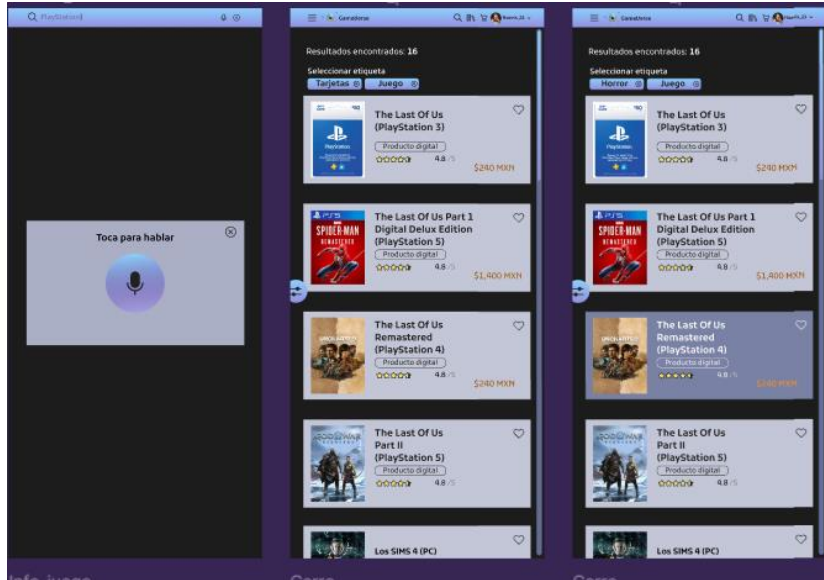


Figura 44. Accesibilidad dictado por voz. GameVerse

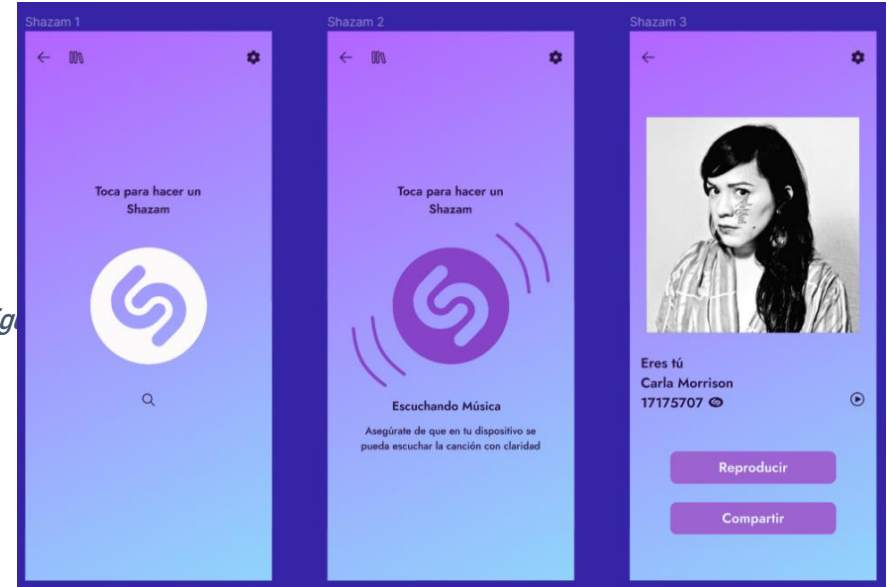




Figura 45. Accesibilidad, conexión con otras aplicaciones. Symphonyfy

5.3.4 Resultados asociados a la inclusión

A continuación se muestran los resultados de las preguntas que corresponden a la evaluación de los aspectos asociados a la inclusión. Las inconsistencias marcadas, están determinadas

por la falta de consenso sobre la manera en que se pueden crear diseños incluyentes, sumado a la falta de exploración e interés por el tema.

¿El contenido y las imágenes utilizadas en la plataforma integran y representan una diversidad de géneros, etnias, culturas y orientaciones sexuales?			¿La plataforma cuenta con políticas claras y eficaces para abordar el contenido inapropiado, discriminatorio u ofensivo?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	1	1
SPORTINGSOUL	5	5	SPORTINGSOUL	3	2
SOLAR BOOST	4	1	SOLAR BOOST	3	2
WATCH PLUS	4	5	WATCH PLUS	4	2
GAMEVERSE	4	1	GAMEVERSE	3	1
LIBRUSA	3	4	LIBRUSA	3	2
MURRY	5	1	MURRY	1	1
PAWCARE	1	3	PAWCARE	2	3
RETRO ROOMS	4	1	RETRO ROOMS	4	1
ECO TIRE	3	1	ECO TIRE	3	1
ALIZMUSIC	5	5	ALIZMUSIC	1	5
PLAYEDGE	5	5	PLAYEDGE	1	4

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

¿La plataforma proporciona contenido en varios idiomas para alcanzar a una audiencia más diversa?			¿Consideras que la plataforma ofrece igualdad de oportunidades para que todas las personas puedan participar y expresarse libremente?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	1	1	SPORTINGSOUL	5	2
SOLAR BOOST	3	1	SOLAR BOOST	5	4
WATCH PLUS	5	3	WATCH PLUS	4	5
GAMEVERSE	4	1	GAMEVERSE	4	3
LIBRUSA	3	1	LIBRUSA	3	4
MURRY	1	1	MURRY	5	4
PAWCARE	1	2	PAWCARE	4	5
RETRO ROOMS	4	5	RETRO ROOMS	4	5
ECO TIRE	2	1	ECO TIRE	4	1
ALIZMUSIC	2	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	1	5	PLAYEDGE	5	5

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

RESULTADOS INCLUSIÓN

Los proyectos finalizados, agregan elementos de forma implícita con un amplio abanico de idiomas, e implementación de imágenes diversas de forma respetuosa y adecuada, pero esto, **no se considera una aportación que destaque en el tema.** Si bien, el diseño del copy (UX Writing) de los elementos no es excluyente, tampoco se comprueba en alguno de los proyectos diseñados.

5.3.5 Resultados asociados a medio ambiente



Se presentan los resultados de las preguntas que corresponden a la evaluación de los aspectos asociados a el cuidado del medio ambiente. Las inconsistencias marcadas

están justificadas con relación a la falta de objetividad en la autoevaluación.

¿La plataforma digital integra y ofrece opciones para reducir el consumo de energía mientras la utilizas?			¿La plataforma digital integra y ofrece opciones para personalizar la interfaz y reducir el consumo de recursos gráficos?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	5	5
SPORTINGSOUL	1	1	SPORTINGSOUL	1	1
SOLAR BOOST	5	5	SOLAR BOOST	3	4
WATCH PLUS	5	5	WATCH PLUS	5	3
GAMEVERSE	2	5	GAMEVERSE	5	5
LIBRUSA	2	1	LIBRUSA	2	3
MURRY	5	1	MURRY	4	1
PAWCARE	3	1	PAWCARE	1	1
RETRO ROOMS	4	5	RETRO ROOMS	3	5
ECO TIRE	4	1	ECO TIRE	2	1
ALIZMUSIC	5	5	ALIZMUSIC	4	5
PLAYEDGE	5	1	PLAYEDGE	1	4



	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

¿La plataforma digital integra opciones para configurar los colores y diseño, con el objetivo de favorecer el ahorro de energía en dispositivos con pantallas OLED o AMOLED?			¿La plataforma digital alienta o fomenta prácticas sostenibles, como el reciclaje, en sus textos, imágenes o algún tipo de recurso audiovisual?		
PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR	PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	5	5	SIMPHONY FY	1	5
SPORTINGSOUL	1	1	SPORTINGSOUL	5	1
SOLAR BOOST	3	4	SOLAR BOOST	5	5
WATCH PLUS	3	5	WATCH PLUS	3	4
GAMEVERSE	4	5	GAMEVERSE	3	4
LIBRUSA	2	1	LIBRUSA	2	4
MURRY	1	1	MURRY	5	1
PAWCARE	1	1	PAWCARE	2	1
RETRO ROOMS	3	5	RETRO ROOMS	4	5
ECO TIRE	5	1	ECO TIRE	2	1
ALIZMUSIC	5	5	ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	1	4	PLAYEDGE	5	5

 Diferencia de 2 o más puntos
 Coincidencia total

¿La plataforma digital proporciona información o recursos sobre herramientas de sensibilización que promueven la conciencia ambiental y la toma de decisiones responsables dirigidas a los usuarios para reducir su huella de carbono y adoptar prácticas cotidianas más sostenibles?

PROYECTO	PUNTOS AUTOEVALUACIÓN	PUNTOS EVALUACIÓN PAR
SIMPHONY FY	1	4
SPORTINGSOUL	5	1
SOLAR BOOST	5	5
WATCH PLUS	3	2
GAMEVERSE	2	5
LIBRUSA	2	5
MURRY	5	1
PAWCARE	5	1
RETRO ROOMS	4	5
ECO TIRE	5	1
ALIZMUSIC	5	5
PLAYEDGE	5	5

	Diferencia de 2 o más puntos
	Coincidencia total

Esta categoría es una de las que muestra mayores disparidades en las evaluaciones. La autoevaluación tiende a ser menos objetiva, si bien, el diseñador implementa alguna opción, estas no son visibles o no destacar, por tal razón, la evaluación del par ciego tiene una tendencia a ser más baja.

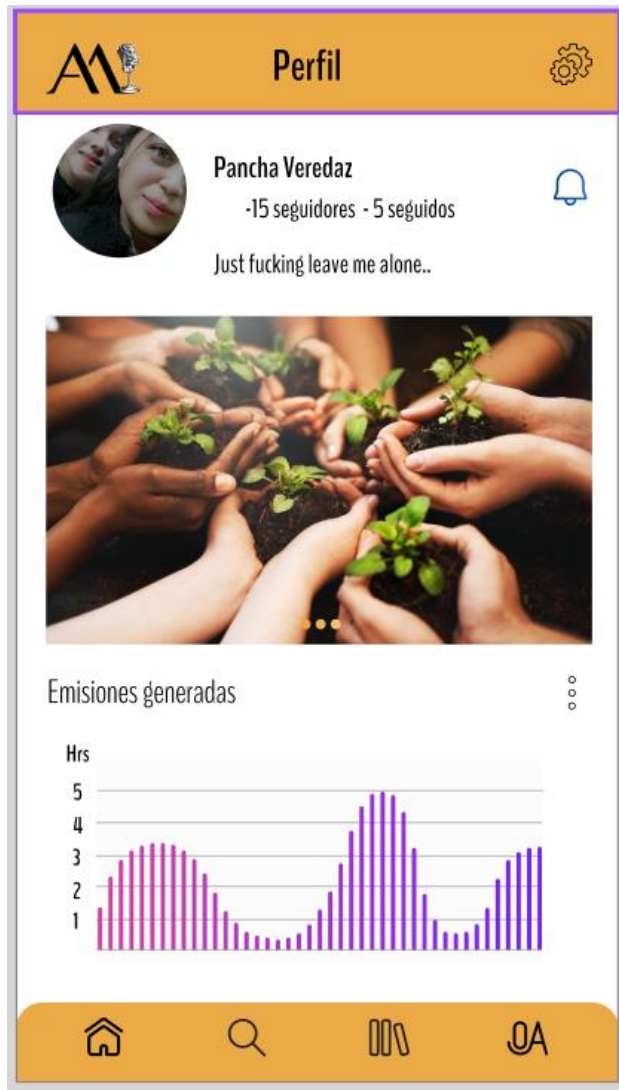


Figura 47. Propuesta ambiental Allzmusic.

Diversos proyectos agregaron secciones de información o propuestas en torno a la celebración de momentos relacionados con el medio ambiente. En este apartado, destacamos tres:

Allzumusic (Figura 47): Apartado para verificar las emisiones generadas por las horas de consumo durante el tiempo de reproducción.

Eco-Tire (Figura 48): Una sección principal, se centra en la venta de productos denominados "eco", productos en buen estado, pero reutilizables.

RetroRooms (Figura 49): Con una propuesta de interfaz, para el ahorro de energía eléctrica con base en los tonos elegidos.

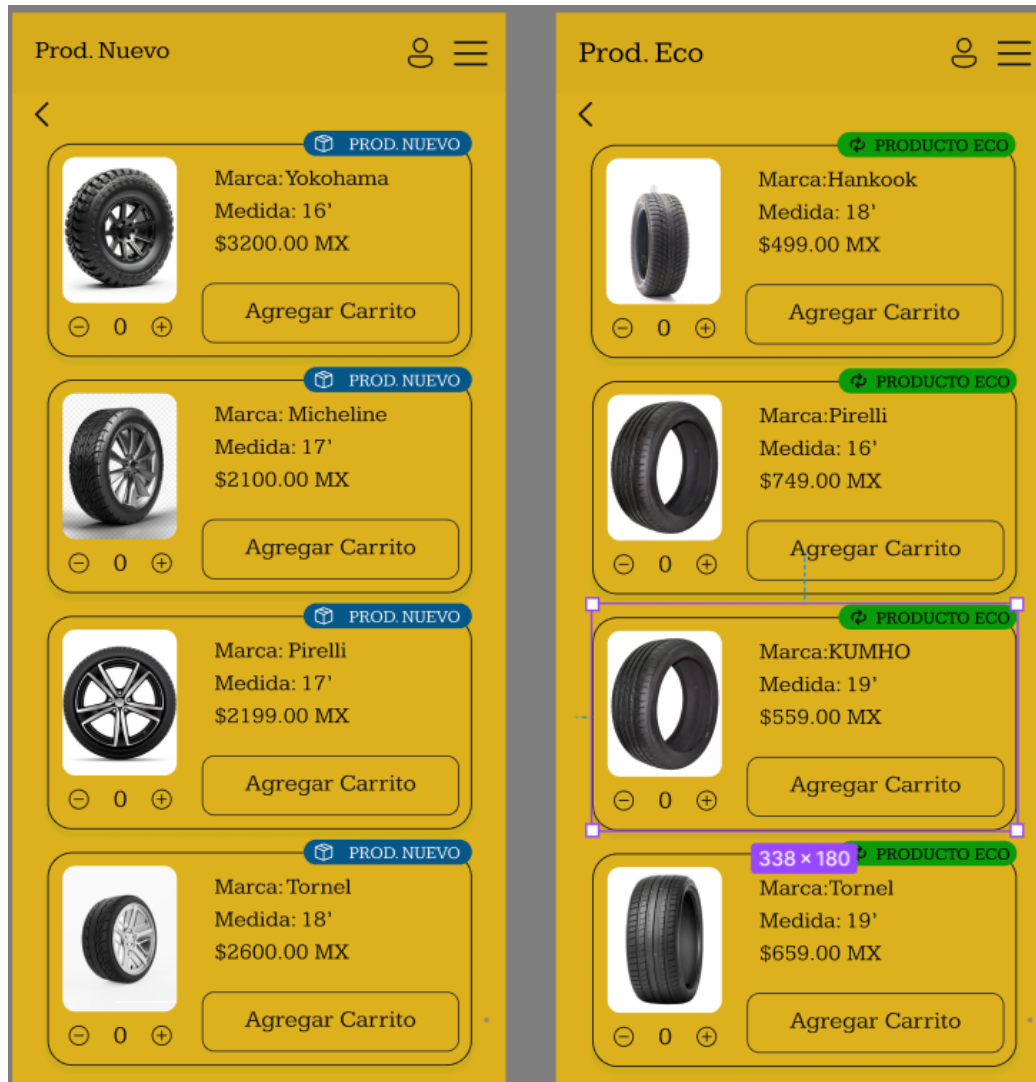


Figura 48. Propuesta ambiental. EcoTire

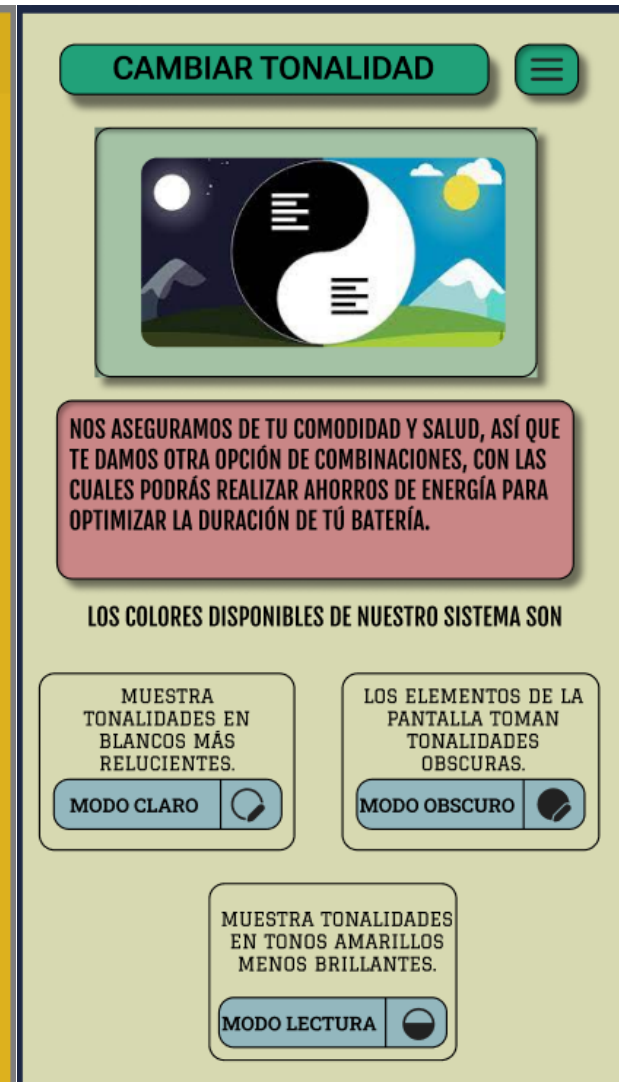


Figura 49. Propuesta ambiental RetroRooms

5.4 Análisis fase de investigación del proceso preliminar de diseño

ANÁLISIS CONTEXTUAL

Objetivo Instrumento: Integrar un análisis histórico, tecnológico, social y cultural para articular una nueva concepción y apropiación del producto digital.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Usuarios (y su rol operativo)
Software Similares
Análisis Histórico – Social

ANÁLISIS

- Será necesario definir un objetivo general que no fue integrado en la propuesta.
- Plantear si el apartado social e histórico podrán usarse juntos.
- Los participantes tienen la idea de que el diseño de sistemas digitales debe ser global, aunque se delimita el aspecto cultural, no parece que sea de suma importancia.
- Aunque existiera un reconocimiento de la infraestructura invisible, los diseñadores y/o investigadores deberán tener conocimientos técnicos para poder inferir en una conceptualización que integre dichos elementos de manera responsable.
- En general, hacer un apartado de descubrimientos a manera de síntesis del instrumento, resulta complicado, ya que se tiene una tendencia a colocar ideas personales y poco objetivas con base en la información recopilada.
- La interpretación tecnológica de los diseñadores está vinculada hacia el paradigma de que las tecnologías ayudan al desarrollo, por lo tanto, "son buenas" y automáticamente ayudan en el desarrollo económico y minimizan el uso de recursos naturales.

Con base en el análisis anterior, se determina que el instrumento sirve como base conceptual del proceso de diseño, sin embargo, se propone la siguiente afinación de los datos que debe integrar:

- Plantear la necesidad que busca cubrir dicho software a partir de un análisis sincrónico y diacrónico de la tecnología, esto, con el objetivo de determinar una postura crítica sobre el uso actual y la prospectiva relacionada a la implementación de dicha tecnología.
- Definir tentativamente un objetivo general que describa las tareas específicas que deberá cumplir el software deseado, el objetivo es considerar los requerimientos planteados de forma inicial como un punto de partida inicial (sujeto a transformación a lo largo del proceso).
- Definir a los usuarios con una breve descripción del rol que cumplirán, con el objetivo de delimitar el alcance de crecimiento del software y distinguir de una manera más precisa las tareas que debe realizar el software.

- Enlistar los requerimientos en cuanto a infraestructura que deben ser empleados*.

**Si bien, el análisis tecnológico propuesto no fue demasiado revelador dentro de este focus group, la consideración de la infraestructura puede ser un elemento determinante para la toma de decisiones al momento de pensar en realizar un análisis sobre la viabilidad de forma posterior, se reconoce que esta parte de la investigación requiere de conocimientos técnicos avanzados, sin embargo, se sugiere ser considerada en medida de la posibilidad de los equipos de trabajo.*

ALIOU (Actividades, Lugares, Interacciones, Objetos, Usuarios)

Objetivo Instrumento: Recopilar datos sobre una acción concreta que se considere principal respecto a la operatividad de la plataforma, a través de métodos etnográficos (vídeos, fotos, entrevistas, observación de campo) a partir de cinco aspectos que permitan determinar puntos clave sobre el entorno en el que se operará el software que se desea diseñar.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Descripción del entorno.

ANÁLISIS

- Para los investigadores y/o diseñadores que no estén relacionados con la investigación etnográfica, este instrumento puede ser confuso, ya que la actividad que se aborda puede perderse de vista con facilidad y se comienza a documentar partes de otros procesos.
- La herramienta parece clara, sin embargo, necesita ser más descriptiva sobre la información que cada apartado solicita.

Con base en el análisis previo, se muestra cómo la herramienta etnográfica produce confusión en torno a los 5 elementos que solicita documentar, sin embargo, es una herramienta que delimita las pautas generales que ponen en contexto las primeras necesidades técnicas que deberán implementarse (actividades, lugares, interacciones, objetos y usuarios), pese a que la documentación de la información sólo se realizó a través de la observación, la información que es recopilada resulta útil, por lo tanto se propone que el instrumento:

- Determine cada elemento con relación a cada usuario identificado en la etapa anterior, y documente por escrito la actividad más importante que realice el usuario, puntualizando: en actividades que puedan estar relacionadas, los objetos que utiliza, el lugar (o lugares) dónde se desarrolla, así como las interacciones que realiza con otras personas, o módulos del sistema.

Objetivo Instrumento: *Recolección de datos breve, concisa e informal basada en cuestionamientos enfocados en conocer aspectos positivos y negativos de los usuarios respecto a experiencias y opiniones sobre software similares.*

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Esquema general de la percepción del usuario asociada a la temática del software.

ANÁLISIS

- La aplicación de entrevistas para este focus group no se realizó al arquetipo de usuario, deberá considerarse hacer primero el arquetipo, y que dichas entrevistas sean perfiladas desde el inicio.
- Este podría ser considerado un instrumento transitorio.

Las entrevistas son un instrumento transitorio que permite tener un esquema general de una muestra pequeña de usuarios sobre sus intereses, necesidades, frustraciones y conocimientos relacionados con el software que se pretende diseñar, durante esta prueba se observa que al no estar planteado el arquetipo de usuario que se busca las entrevistas muestran datos de usuario sumamente diversos, por lo tanto:

- Se recomienda realizar primero el instrumento de arquetipo de usuario y utilizar este instrumento de forma transitoria para que su aplicación resulte más efectiva, como resultado se esperaría una serie de anotaciones o ideas generales que construirán la encuesta posterior.

Objetivo Instrumento: *Interpretación y segmentación demográfica y psicográfica para definir el focus group basados en las similitudes, objetivos, roles y diferencias entre usuarios actuales o ideales para crear personajes ficticios que garanticen realizar un diseño centrado en el usuario y concentrar los esfuerzos en obtener productos útiles, deseables y ambientalmente responsables.*

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Una vez definido el arquetipo, fue fácil recopilar los datos.

ANÁLISIS

- El modelo deberá proponer una serie de preguntas que tienen que plantearse para poder resolver ¿quién será el usuario final?
- Replantear si el instrumento necesitara limitarse a una edad puntual o puede ser abarcado desde las características generales, o aspectos afines de personas en común, para que el diseñador y/o investigador no sienta que existe demasiado sesgo y esto límite su creatividad y búsqueda de soluciones.
- Esta herramienta puede contener información de suma relevancia para analizar situaciones de marketing.

El User Persona es un instrumento que permite crear un arquetipo del usuario principal de un software, si bien, uno de los objetivos de esta investigación es dejar de lado la hiperfocalización (que muchas veces se convierte más en una especie de hedonismo de los usuarios), definir un usuario es un aspecto que ayuda a mantener el equilibrio, por lo tanto este instrumento se considera relevante. Con base en la observación del focus group, se propone hacer un replanteamiento de la propuesta del instrumento que agregue a el proceso de diseño los siguientes parámetros:

- Una adecuación en el orden, el cual, proponga realizar este instrumento antes de aplicar la información etnográfica recopilada en el instrumento que lleva por nombre “ALIOU”
- Definir el usuario por edad y generación a la que pertenece.
- Descripción general.
- Plataformas que utiliza.
- Dispositivos que se infiera que utiliza, tanto en su vida cotidiana como laboral.
- Plataformas que se infiera que utiliza, tanto en su vida cotidiana como laboral.
- Posibles frustraciones durante su interacción con la tecnología (lo cual puede estar correlacionado directamente con la generación a la que pertenece y a la brecha digital)
- Aspectos de accesibilidad mínima requerida.

BENCHMARKING

Objetivo Instrumento: Obtener comparadores de productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a software de naturaleza similar.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Comentarios en redes sociales (positivos, negativos y sugerencias).

Ventajas Competitivas.

Paletas de Colores.

Datos cuantitativos de fácil interpretación (número de descargas, calificación global, requerimientos mínimos entre otros)

ANÁLISIS

- Derivado de la cantidad de comentarios que algunas plataformas pueden tener y de la corrección y monitoreo de fallas de estas, deberá considerarse establecer una temporalidad para rescatar los comentarios de estas plataformas.
- Esta herramienta tiene potencial para integrar numerosos elementos que sean de alto valor para crear estrategias de marketing, ventas, difusión, etc.
- Muchas aplicaciones privadas proporcionan vistas previas de su interfaz, siendo esta la única opción que se tiene para realizar el análisis.
- La mayoría de las plataformas digitales no tiene políticas de sustentabilidad, accesibilidad o inclusión.
- Las políticas de sustentabilidad que se documentan son con relación a los espacios de trabajo (de manera física) y no en acciones desde el sistema digital.

- Entre más populares sean las aplicaciones, más elementos de accesibilidad se agregan, la accesibilidad es entendida dentro de las plataformas como acciones configurables para que los entornos sean manipulados por personas con discapacidad.

Este instrumento de investigación fue el que hizo más sentido a los participantes y el que aportó más información, es un instrumento extenso, que requiere de una investigación profunda. Resulta de mucha ayuda contextualizar al diseñador sobre las prácticas ambientales que realizan estas empresas digitales (aun cuando estas sean a nivel empresa o en entornos físicos) ya que esa parte de la investigación da como resultado una reflexión profunda con la tecnología y las áreas de oportunidad que tiene en torno a temas ambientales, de accesibilidad e inclusión, por lo tanto, se recomienda no perder de vista los siguientes datos:

- Ventajas competitivas en torno a la accesibilidad.
- Políticas ambientales que incluya el sistema digital.
- Políticas ambientales de la empresa.
- Practicas sobre inclusión.

ENCUESTAS

Objetivo Instrumento: *Diseñar una encuesta con base en cuatro categorías de información (datos generales, hábitos digitales relacionados, experiencia de usuario, políticas ambientales relacionadas) explorando información pertinente y adecuada a el giro del software.*

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Clasificación de secciones enfocadas en aspectos puntuales: Arquitectura información, usabilidad, accesibilidad.

La encuesta debe evitar la fatiga del encuestado y proporcionar ideas para estimular expresar sus opiniones sobre aspectos puntuales.

ANÁLISIS

- El análisis sobre las prácticas ambientales no aportó elementos de mucho valor, salvo el reconocimiento de los usuarios sobre no tener problema con usar empaques reciclados o pedidos combinados.

Este instrumento al estar categorizado proporciona información valiosa y puntual. El modelo busca indagar sobre la perspectiva y/o experiencia de los usuarios relacionada a prácticas ambientales desde las plataformas digitales, sin embargo, se reconoce que no existe una relación entre el mundo digital y las problemáticas ambientales, ya que dichos elementos se perciben como dos objetos

de naturaleza distinta y sin ninguna relación aparente. Se recomienda eliminar la categoría de inclusión y que esta sea reemplazada por un par de preguntas que corroboren el contenido no discriminatorio y seguir categorizando de la siguiente manera:

- Preguntas relacionadas a la Arquitectura de Información.
- Preguntas relacionadas a la Accesibilidad.
- Preguntas relacionadas a la Usabilidad.
- Prácticas relacionadas a prácticas ambientales (muy bien desarrolladas y puntuales con la finalidad de ayudar a los usuarios).

DESCUBRIMIENTOS GENERALES

Objetivo Instrumento: Resumen integral de los descubrimientos previos.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica, al ser una recopilación de los datos previos

ANÁLISIS

- Este puede ser considerado un instrumento transitorio.

Este instrumento representa la recopilación de información clave de los instrumentos previos para tenerlos “en conjunto”, lo cuál puede ser un paso que puede simplificarse u omitirse, al determinar que instrumentos lo requerirían por tener grandes cantidades de información que necesite simplificarse con más tiempo en búsqueda de una interpretación más rápida. La idea es no incitar al diseñador a omitir elementos de su investigación. Por tal motivo, se propone eliminar este paso del proceso y en su lugar, definir ¿Qué instrumentos deben agregarlo dentro de su misma plantilla?

INSIGHT

Objetivo Instrumento: Establecer un equilibrio entre la situación actual y/o el estado deseado. Identificando el enfoque de los esfuerzos posteriores a partir de un análisis profundo y crítico de la información previa, mezclando diversos conceptos.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Aporta valiosos descubrimientos sobre accesibilidad.

ANÁLISIS

- Es difícil para los participantes del focus group incluir insight que estén relacionados a temas de inclusión o medio ambiente.
- Para un equipo de trabajo que esté dando seguimiento a los proyectos desde el inicio esta herramienta puede interpretarse, sin embargo, para alguien que desconoce el proceso, ver el listado de trabajo posterior en oraciones simples, puede interpretarse como una falta de profundidad.

Los insight al ser oraciones cortas, requieren un ajuste que contextualice brevemente la retrospectiva de su necesidad y la introspección, planteando el equilibrio actual (si es que existe un sistema digital previo) y el estado deseado, aun cuando los requerimientos no integren necesidades para la sustentabilidad los participantes del proceso deberán plantear propuestas que se adapten... Puede hacerse a través de un listado que responda: necesidad, trabajo posterior (solución). O en su defecto, seguir esa estructura de una forma más fluida dejando un apartado para la aplicación de la siguiente etapa.

LLUVIA DE IDEAS

Objetivo Instrumento: Aplicación del pensamiento divergente con equipos multidisciplinarios, para generar ideas y proponer soluciones de forma breve. Impulsar la estrategia de diseño a un nivel transformador, integrando y justificar el enfoque ambiental.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Generar soluciones para resolver necesidades del diseño con ayuda de expertos.

ANÁLISIS

- Es necesario que este instrumento sea realizado con un equipo multidisciplinario que sepa las implicaciones que tendrá resolver cada operación deseada en la aplicación.

Se sugiere utilizar un espacio para realizar el instrumento previo (los insights) con la estructura previamente descrita de los mismos para que desde el planteamiento del trabajo posterior se involucre una dinámica multidisciplinaria y en este apartado se responda en un mismo formato el: ¿cómo se plantea una solución? (respondiendo al trabajo previo pero en una sesión posterior). Unificando a un solo instrumento.

PRODUCTO MÍNIMO ÉTICO VIABLE

Objetivo Instrumento: Analizar el impacto en la optimización sobre los costes y tiempo de desarrollo, disminuyendo la incertidumbre y fracasos en nuevos productos al testear las hipótesis de las posibles soluciones dadas en los procesos previos para establecer las funciones mínimas que va a tener el sistema digital.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

Generar soluciones para resolver necesidades del diseño con ayuda de expertos.

ANÁLISIS

- ✚ Es fundamental su aplicación posterior al instrumento anterior, ya que debe analizarse la viabilidad de las propuestas descritas factores de desarrollo, costos, viabilidad e infraestructura, el PMEVI es el instrumento que da balance y juicio responsable al desarrollo posterior de cada uno de los elementos.
- ✚ Esta herramienta debe ser trabajada por un equipo multidisciplinario y un líder que de un punto final, ya que eso involucra dinero, tiempo, viabilidad y puede ser que no se logró un consenso del equipo de trabajo.

La evaluación de las ideas generadas debe ser un paso posterior al anterior, de esta manera es posible evaluar la viabilidad de los objetivos definidos. Se recomiendan las siguientes categorías (aunque se pueden agregar en función de los objetivos deseados):

- Esfuerzo tecnológico vs valor usuario
- Impacto ambiental vs impacto social

Y al finalizar, agregar un listado de lo acordado para evaluar el impacto ambiental de cada módulo de forma tentativa.

ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN

Objetivo Instrumento: Definir la estructura de navegación y orden de la información para acceder a los bloques de contenido, de forma intuitiva, flexible, consistente y escalable, considerando el contexto.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica, al ser un esquema que plantea plasmar parte de la información recopilada en el proceso previo de investigación.

ANÁLISIS

- ✚ Es un instrumento fácil de organizar e interpretar.
- ✚ Se nutre de toda la investigación previa.

Este instrumento es la base para diseñar la usabilidad y navegación dentro de los sistemas digitales, es primordial que sea la primera fase, previa al diseño de cualquier prototipo. Con base en la observación y documentación de la aplicación del modelo preliminar se propone que los equipos de trabajo propongan una nomenclatura para poder distinguir categorías principales o señalar elementos sobre los que se pueda navegar, tales como inputs, filtros, botones entre otros con la finalidad de poder interpretar estos elementos de una manera más rápida y visual

WIREFRAME

Descripción Instrumento: Esta versión plasma la propuesta de interacción, usabilidad y arquitectura de información, presentando más estructura respecto a el contenido.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica, al ser un esquema que plantea plasmar parte de la información recopilada en el proceso previo de investigación.

ANÁLISIS

- ✚ La arquitectura de información y el wireframe son dos fases que están unidas, y dos etapas cruciales. Es el primer acercamiento a el diseño de la plataforma final. Aunque los participantes optaron por hacerlo de diversas maneras, no sé distingue una mejora notoria sobre una u otra manera de proceder e influir paralelamente en la arquitectura de información o wireframe, y viceversa.

✚ Resulta difícil que los participantes se adapten a trabajar de manera ordenada. Es decir, el proceso de diseño del wireframe requiere mucha creatividad. Por lo tanto, resulta complicado respetar o ser fiel a la arquitectura. El proceso de diseño a menudo se ve influenciado por gustos personales o se olvidan elementos importantes que son resultado de la investigación. Esta situación se puede corregir, pero es importante destacar que no ocurre de forma natural, sino que requiere un esfuerzo consciente. Durante las siguientes fases, es necesario evaluar los proyectos de manera individual y determinar si hay algún cambio significativo en el trabajo posterior que pueda mejorar los resultados del proceso de diseño.

El wireframe deberá contener la simulación de los textos que deben tener los diseños. Este instrumento deberá cotejarse con la arquitectura de información.

BITÁCORA DISEÑO ÁTOMOS

Descripción: Son elementos gráficos con un alto nivel de abstracción imposibles de dividir (por ejemplo, botones, campos de texto, íconos, tipografía).

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica.

ANÁLISIS

- Se debe enfatizar a los diseñadores la aplicación de principios metafóricos aplicados en la iconografía para que el diseño pueda ser interpretado fácilmente.

Esta fase de diseño puede ser planteada con base en un listado de los elementos básicos que necesitan ser integrados en los sistemas digitales (entendiendo que pueden ser agregados más elementos con base en la naturaleza del sistema digital).

BITÁCORA DISEÑO MOLÉCULAS

Descripción: La combinación de un grupo de átomos que se muestran como una totalidad para realizar acciones (por ejemplo, formularios).

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica.

ANÁLISIS

- Está etapa requiere del conocimiento de los elementos involucrados en la interfaz para poder nombrarlos y organizarlos

Esta fase de diseño puede ser planteada con base en un listado de los elementos básicos que necesitan ser integrados en los sistemas digitales (entendiendo que pueden ser agregados más elementos con base en la naturaleza del sistema digital).

BITÁCORA DISEÑO DE ORGANISMOS

Descripción: Varias moléculas combinadas para realizar una función (por ejemplo, el encabezado de un sitio que puede contener un buscador, menú, logotipos etc.).

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica.

ANÁLISIS

Esta etapa requiere de una revisión exhaustiva del sistema digital y el entendimiento sobre la forma en que funciona el proceso de construcción de la herramienta al poder crear componentes para no duplicar elementos que ya existan.

Esta parte del proceso de diseño es crucial para comenzar a comprender cuáles son los bloques de código que pueden ser reutilizados.

BITÁCORA DISEÑO TEMPLATES

Descripción: Un conjunto de organismos que dan estructura y se encuentran unidos para formar layouts (elementos ubicados de forma específica y estratégica en cuanto a la distribución visual).

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica.

ANÁLISIS

- Deberá explicarse la utilidad de los componentes y reforzar bien su funcionamiento y utilidad desde el inicio del diseño.

Durante la creación de los templates, deberán colocarse todos los elementos de la manera más fiel al prototipo final.

BITÁCORA MOCKUP

Descripción: La aproximación más real al producto final posterior al testeo de la arquitectura de la información y la construcción del diseño de interacción. Con una alta fidelidad del estilo visual que incorpora la identidad de las empresas de forma estática.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica.

ANÁLISIS

- Se deberá clasificar el área de trabajo con base en las secciones que se desea trabajar.

Se debe cuidar cubrir que el prototipo diseñado cubra con todo el proceso que los usuarios necesitan.

BITÁCORA PROTOTIPO

Descripción: Esta versión incorpora la interacción, es decir, se conectan las pantallas diseñadas para simular una navegación con el producto real, replicando gestos de interacción natural con ayuda de herramientas digitales.

DATOS QUE APORTARON INFORMACIÓN APLICADA

No aplica.

ANÁLISIS

- La animación de los componentes es mucho más fluida derivado de todo el trabajo previo.

Al finalizar esta fase, será posible realizar pruebas de usabilidad con usuarios finales.

CAPÍTULO VI.
*Bioux - Proceso
de diseño de
software para la
sustentabilidad*

La siguiente propuesta (Figura 50) es el resultado de la intersección de toda la información recopilada y analizada a nivel teórico y práctico previamente.

Dicho proceso es adaptable para la creación de cualquier tipo de software. La propuesta está planteada para ser ejecutada por cualquier persona interesada en implementar un nuevo paradigma de diseño donde las necesidades de los usuarios, la tecnología, aspectos económicos, ambientales y sociales puedan ser combinados para la construcción de software que contenga atributos para la sustentabilidad.

Su aplicación, requiere un nivel básico de dominio e interés en temas de diseño, desarrollo, sustentabilidad e investigación.

Su planteamiento requiere de la recopilación de datos que llamamos “unidades mínimas de información”, los cuales,

pueden ser reestructuradas (quitando o agregando más unidades de información) en función de los objetivos particulares de cada proyecto, a partir de 4 acciones: **Conceptualizar, Analizar, Evaluar, Diseñar.**

Cada una de las 4 acciones se complementa con sub-acciones basadas en procesos cognitivos de orden inferior basados en la Taxonomía de Bloom. Cabe destacar que todos los elementos se encuentran agrupados por colores. Las flechas señalan las partes de proceso que son iterativas e incrementales.

Finalmente los ejes que sobresalen del diagrama representan las etapas propuestas para aplicar pruebas de calidad en cada fase del diseño del prototipo de alto nivel. Lo anterior, se describe a detalle a continuación:

SOBRE EL NOMBRE DEL PROCESO DE DISEÑO

“BIOUX” es el nombre utilizado para el modelo, derivado de la combinación de los siguientes prefijos:

- ✚ “BIO”, un prefijo de origen griego que significa “vida” y es utilizado para dar sentido a palabras compuestas que impliquen respeto hacia el medio ambiente.
- ✚ “UX”, la abreviatura de “User Experiencie” que tienen como objetivo generar y analizar el resultado positivo o negativo derivado de la interacción con un producto o servicio.
- ✚ “UI”, la composición extraída de los dos prefijos anteriores, que está relacionada a la abreviatura “User Interface”, entendiendo al diseño visual de la interfaz gráfica como el punto de contacto que comunica el usuario y el ordenador.

6.1 Proceso de diseño

A continuación se desarrolla cada etapa del diagrama:

FASE 1. CONCEPTUALIZAR

El objetivo de esta fase es abstraer las ideas para abordar la esencia y establecer la visión general sobre los elementos interrelacionados para la creación de un software y/o su deconstrucción.

PLANTEAR La etapa primigenia de conceptualización debe ser detallada y profunda para conocer elementos fundamentales sobre aspectos sociales, técnicos y económicos.	<ul style="list-style-type: none">• Definir objetivo general del sistema digital de forma tentativa.• Proyectar los módulos intrínsecos.• Establecer los tipos de usuarios que operarán el software, así como el rol que tendrán para su operación.• Establecer un listado de software que realicen operaciones de naturaleza similar.
EXAMINAR Documentar y separar los hitos más importantes de la tecnología, con el objetivo de comprender la necesidad que cubre y el impacto que tiene.	<ul style="list-style-type: none">• Documentar los hitos en torno al surgimiento de software similares (Evolución Diacrónica).• Documentar la evolución y el impacto en un periodo de 10 años en torno al surgimiento y operación de softwares similares (Evolución Sincrónica).
OBSERVAR Con ayuda de una observación etnográfica dentro de un entorno lo más parecido a donde operará el	<ul style="list-style-type: none">• Entorno en el que se infiere u observa que utilizará el usuario el software.• Los objetos que se infiere u observa que utilizará el usuario para la operación del software.

sistema digital, deberá generarse un estudio descriptivo	<ul style="list-style-type: none"> Las tareas que realiza el usuario. ¿Qué tarea realiza? ¿Cómo?, ¿Para qué?
	<ul style="list-style-type: none"> Los procesos principales y su interrelación.
	<ul style="list-style-type: none"> Prácticas ambientales que se realizan o toman en cuenta (empresa y usuarios).
	<ul style="list-style-type: none"> Necesidades ergonómicas.
	<ul style="list-style-type: none"> Necesidades en torno a temas de accesibilidad.
	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura con la que se cuenta o la que será requerida.

DEFINIR ARQUETIPO USUARIO Será el modelo primario sobre el que se trabajará la experiencia de usuario en función de sus necesidades, habilidades y características.	<ul style="list-style-type: none"> Generación a la que pertenece.
	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación.
	<ul style="list-style-type: none"> Hábitos digitales (dispositivos, tiempo de uso, objetivos de uso, afinidad etc.).
	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas digitales con las que está familiarizado.
	<ul style="list-style-type: none"> Frustraciones relacionadas a su uso de tecnología de forma cotidiana.
	<ul style="list-style-type: none"> Percepción y vinculación sobre tecnología y medio ambiente.

COMPARAR SOFTWARE La información que requiere esta herramienta deberá ser recopilada de la tienda en línea del sistema operativo para el que se desea diseñar (tomando en consideración los comentarios más recientes, y la información de la versión más actual lanzada al mercado). Esta herramienta puede agregar un enfoque centrado o profundizar en otros aspectos: técnicos, de diseño o marketing; esto dependerá de los objetivos del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> Datos generales (calificación, número de descargas, desarrollador etc.).
	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones técnicas (tamaño descarga, lenguaje de programación, idiomas, etc.).
	<ul style="list-style-type: none"> Ventajas competitivas (¿Qué hace que esa aplicación destaque?).
	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas de accesibilidad que integra.
	<ul style="list-style-type: none"> Políticas o promoción de prácticas ambientales dentro de la plataforma.
	<ul style="list-style-type: none"> Comentarios positivos, negativos y sugerencias de mejora más recientes.
	<ul style="list-style-type: none"> Documentación gráfica de las mejores prácticas del sistema digital (incluir captura de pantalla y descripción).

PREGUNTAR Se deberá realizar una encuesta breve y puntual, que basada en la información previa. Las preguntas dirigidas al público no podrán contener tecnicismos. El objetivo es recopilar información valiosa que no haya podido ser obtenida previamente. Se sugiere estructurar el instrumento en torno a las siguientes categorías para buscar información relacionada.	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas relacionadas a la arquitectura de información.
	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas relacionadas a la accesibilidad.
	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas relacionadas a la usabilidad.
	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas sobre posibles áreas de oportunidad para general vinculaciones tecnología - medio ambiente.

FASE 2. ANALIZAR

El objetivo de esta fase es realizar un análisis profundo y crítico de la información previa para establecer un equilibrio entre la situación actual del software y el estado deseado.

CLASIFICAR El objetivo es analizar, concentrar y simplificar la información obtenida, para generar un listado que determine e interrelacione conclusiones clave, y con ello, definir todos los aspectos que debe integrar el sistema digital.	<ul style="list-style-type: none"> • Generar un listado general de elementos clave que necesita el software.

ESTABLECER Sobre el listado anterior deberá estructurarse (a manera de oraciones breves) la respuesta sobre el trabajo que se debe realizar para dar una solución a las necesidades detectadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de interfaz (usabilidad, experiencia).
	<ul style="list-style-type: none"> • Ergonomía y accesibilidad digital. • Diseño de tecnología contextualizada (eje social). • Diseño de tecnología con aspectos ambientales ((lo cual, puede abarcar el uso y optimización de elementos gráficos o lenguajes de programación, o el trabajo en la transferencia de conocimientos ambientales a partir de las interfaces gráficas de usuario). • Consideraciones económicas. • Infraestructura y crecimiento de datos.

FASE 3. EVALUAR

Con ayuda de un equipo multidisciplinario deberá generar una solución tentativa a cada una de las perspectivas anteriores, y posteriormente analizar el impacto de cada una de soluciones desde lo ambiental, económico, esfuerzo tecnológico y valor para el usuario.

INFERIR Será necesaria la intervención de un equipo multidisciplinario para generar una lluvia de ideas en búsqueda de las posibles formas de resolver los requerimientos tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none">• Búsqueda de posibles formas de cubrir (técnicamente) los planteamientos.
VIABILIDAD Una vez que se hayan planteado las soluciones, deberá realizarse un análisis de la viabilidad e impacto a largo plazo (con ayuda de un equipo multidisciplinario), en función de:	<ul style="list-style-type: none">• Valor para el usuario.• Factores económicos (capital, mano de obra, políticas y legislación).• Esfuerzo tecnológico (dificultad a nivel técnico).• Impacto ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero (derivado de la concentración de datos y la infraestructura requerida).

FASE 4. DISEÑAR

Si bien, el modelo se centra en la etapa primigenia de la conceptualización del diseño y conceptualización de software para la sustentabilidad, se abarca la fase de diseño. Se propone realizar un proceso de diseño iterativo e incremental, con el objetivo de clasificar no solo con bloques de diseño, sino de código, para optimizar el trabajo posterior de desarrollo y tener como resultado un diseño mucho más homogéneo.

Está propuesta realizar testeos de los avances en cada etapa. El proceso se describe a continuación:

ETAPA	DESCRIPCIÓN	TEST
FLUJO	Determina la información requerida, sus módulos y la organización a través del diseño de un mapa jerárquico, para definir cómo se navegará en el software.	Usabilidad: Generar recorridos para verificar que los flujos de información funcionen adecuadamente.
BOCETO	Diseño de un wireframe que responda a la estructura definida en la arquitectura de información (por el flujo) e integre la gramática, voz y tono que tendrá el software.	Implementación de UX Writing para la transferencia de conocimientos.
ELEMENTOS BASE	Diseño de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Paleta de colores. 2. Tipografía. 3. Iconografía. 4. Logotipos. 5. Imágenes. 	Verificación semiótica y metafórica del uso e implementación de elementos como íconos y colores propuestos, para que puedan ser fáciles de identificar por los usuarios.
ELEMENTOS COMBINADOS	Con los elementos base definidos previamente, se procede al diseño de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Botones 2. Cajas de texto. 3. Elementos desplegados. 4. Perfil con avatar. <p>Importante: Se debe realizar un listado, y diseñar cada elemento con base en los estados que se experimentan durante su interacción: normal, presionado, deshabilitado, error, lleno.</p> <p><i>Nota: Y cualquier elemento que requiera el sistema digital.</i></p>	Verificar accesibilidad.
ELEMENTOS COMPUESTOS	Con los elementos base definidos previamente, se procede al diseño de los elementos que utilicen dos o más ocasiones con diferente información dentro del diseño: <ol style="list-style-type: none"> 1. Encabezados 2. Tarjetas de información 3. Menús 4. Barras de búsqueda 5. Pies de página 6. Notificaciones <p><i>Nota: Y cualquier elemento que requiera el sistema digital.</i></p>	Verificar accesibilidad.

ESTRUCTURAS	<p>Con los elementos base definidos previamente, se procede al diseño de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gráficas 2. Tablas 3. Calendarios 4. Formularios <p><i>Nota: Y cualquier elemento que requiera el sistema digital.</i></p>	Test A/B
PLANTILLAS	<p>La unión de todos los elementos de diseño anterior para crear secciones de páginas completas y organizarlas con base en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Simetría 2. Posición <p><i>Nota: Y cualquier elemento que requiera el sistema digital.</i></p>	Definir mapas de calor.
PROTOTIPO	<p>El prototipo deberá responder a lo planificado en la arquitectura de información e integrar animaciones simuladas sobre el funcionamiento durante la interacción de los usuarios.</p>	Pruebas con usuarios finales (User Journey Map)

6.2 Clasificación de fases incrementales e iterativas del proceso de diseño

Para que el proceso de diseño propuesto sea adaptable a metodologías ágiles, es necesario que este diseñado bajo una estructura modular que permite su iteración y crecimiento. La figura 51 describe la clasificación de las iteraciones y la importancia de aplicar las pruebas de calidad.

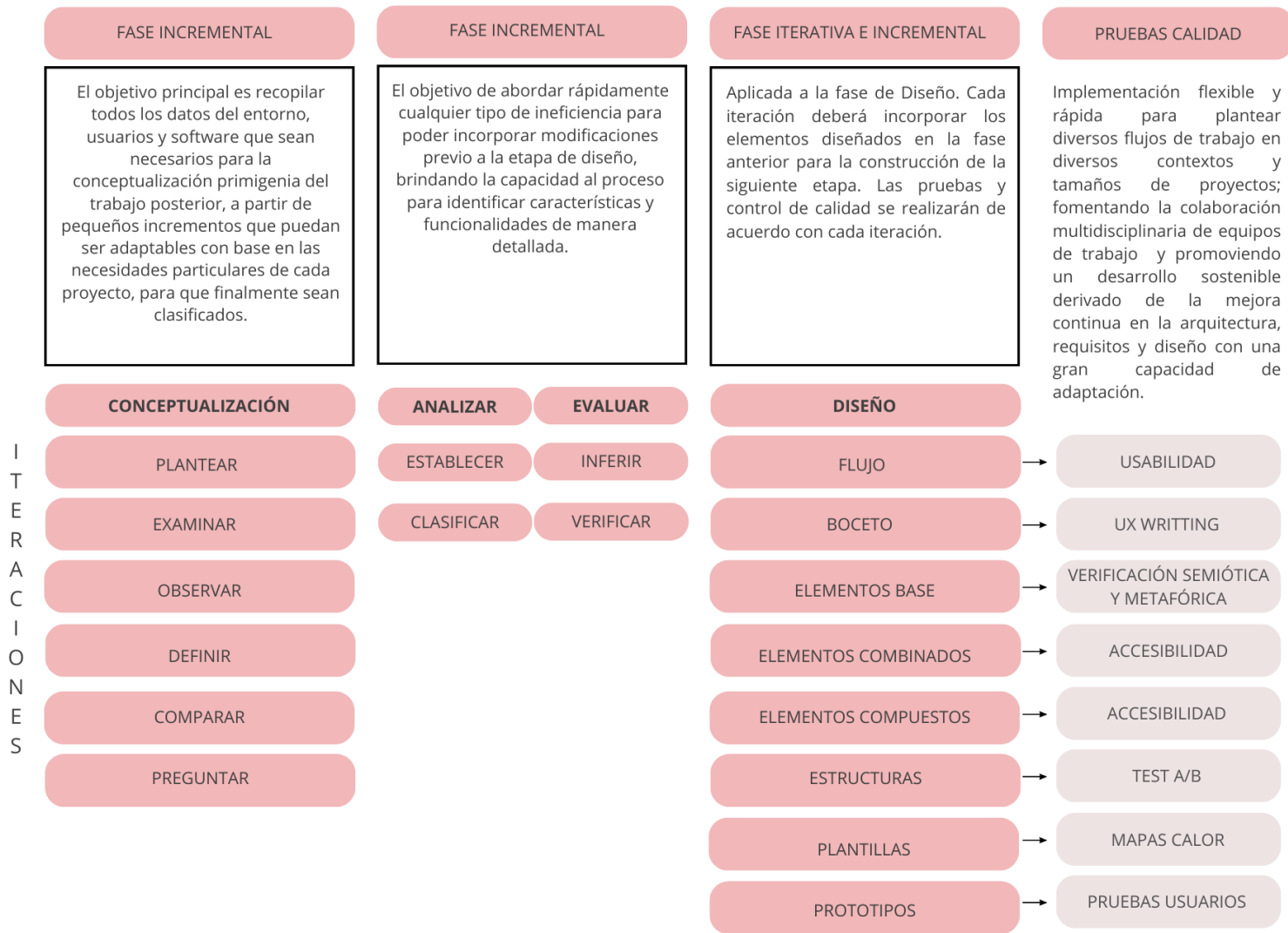


Figura 51. Clasificación de fases incrementales e iterativas del proceso de diseño. Elaboración Propia (2024).

6.3 La integración sistémica de los elementos.

La fundamentación está basada en la teoría del pensamiento complejo de Rolando García. A continuación, con base en los resultados, se describen los impactos de primer, segundo y tercer orden iniciando de izquierda a derecha con la clasificación de menor a mayor impacto durante la intervención del proceso de diseño de software para la sustentabilidad.

MENOR INTERVENCIÓN

IMPACTOS DE 1ER ORDEN

ESFERA ECONÓMICA

- Observando la infraestructura que requiere
- Estableciendo el crecimiento de los datos
- Diseñando elementos modulares para optimizar los tiempos de programación en etapas de desarrollo.
- Evaluando la viabilidad sobre factores económicos, algunos de ellos:
 - Capital
 - Mano de obra
 - Políticas
 - Legislación
 - Valor para el Usuario



IMPACTOS DE 2DO ORDEN

ESFERA AMBIENTAL

- Observando las prácticas que se realizan dentro de los entornos dónde se desea integrar el software.
- Definiendo la vinculación que tienen los usuarios entre “tecnología” y “medio ambiente”.
- Comparando las prácticas ambientales que realizan softwares similares.
- Estableciendo un diseño de tecnología ambiental (lo cual, puede abarcar el uso y optimización de elementos gráficos o lenguajes de programación, o el trabajo en la transferencia de conocimientos ambientales a partir de las interfaces gráficas de usuario).
- Diseñando elementos modulares que promuevan la reutilización de código en etapas de desarrollo.



MAYOR INTERVENCIÓN

IMPACTOS DE 3ER ORDEN

ESFERA SOCIAL

- Observando la evolución tecnológica para considerar una prospectiva.
- Planteando un diseño contextualizado de software.
- Definiendo hábitos digitales, frustraciones y la relación de los usuarios con la tecnología.
- Clasificando las necesidades en torno a temas de ergonomía y accesibilidad digital.
- Evaluando la viabilidad en torno a el valor que tiene el desarrollo de la tecnología, su impacto y diversos factores económicos.
- Verificando los procesos de diseño para optimizar la accesibilidad, interacción y usabilidad de las plataformas.

Figura 52. clasificación de menor a mayor impacto durante la intervención del proceso de diseño de software para la sustentabilidad. Elaboración Propia (2024).

Este proceso de diseño tiene como resultado la construcción de un software que considere aspectos sociales, ambientales, económicos y técnicos para su construcción, dentro de un nivel:

- Diseño: Una conceptualización holística de los sistemas digitales desde su etapa primigenia de conceptualización, que impacta en la experiencia de usuario y el diseño de interfaces graficas.
- Desarrollo: Atendiendo la esfera económica planteando la viabilidad del sistema digital y resolviendo solicitudes operacionales sobre funciones específicas para facilitar la programación por bloques de código.

CAPÍTULO VIII.

Conclusiones

7.1 Conclusiones

Con base en la investigación documentada y el análisis de la información recopilada a través de las bitácoras, encuestas, resultados obtenidos, evaluación y autoevaluación del proceso, es posible determinar puntos clave de análisis que permitan comprender la complejidad de variables que interactúan durante un proceso de diseño de software, cuya finalidad es contribuir al desarrollo sustentable.

Es importante destacar que los aspectos sustentables del proceso deben ser comprendidos como atributos o principios que son aplicados a el objeto de estudio: el software; siendo materializados mediante su interfaz gráfica.

Aspectos como: la infraestructura, la brecha digital, el ciclo de vida del hardware y el software, las relaciones sociales, económicas y todos los aspectos contextuales de una población, son algunos de los elementos que funcionan sistémicamente e impactan el producto final que se obtiene como resultado del proceso de conceptualización del software para su diseño.

Los resultados obtenidos destacan la separación que existe entre los procesos de diseño y desarrollo:

Invertir tiempo en algún proceso de conceptualización de software (es decir, su diseño), se percibe como un elemento estético y poco relevante, desasociado del proceso de investigación, reflexión, impacto y prospectiva sobre los beneficios e implicaciones que involucra.

Si bien se persiguen objetivos operativos relacionados a la automatización de tareas específicas, los aspectos sociales y ambientales no son considerados, más bien, se modifican al ser detectados mientras el software se encuentra operando. Esto, da como resultado desarrollo de software con poca optimización, calidad, resistencia, compatibilidad y modularidad. El proceso propuesto en esta tesis doctoral exige que las organizaciones superen la mentalidad cortoplacista que con demasiada frecuencia se infiltra en la cultura empresarial. En otras palabras:

La parte difícil es construir la máquina que fabrica el producto, una vez que se encuentra lista, se convierte en una base sólida para el crecimiento futuro.

Es decir, apostar por invertir esfuerzos durante el proceso preliminar al desarrollo de tecnología (la fase de diseño), asegura el éxito del producto, su viabilidad, facilidad de uso, compatibilidad, evolución etc.

Por otra parte, es importante destacar la relevancia de incluir a especialistas de diversas ramas en los procesos de diseño para generar software que, además de cubrir las necesidades de los usuarios y el mercado, sea usado como un medio de difusión masiva para transmitir información relacionada a el uso que se le da a la tecnología y de esta manera, comprender el impacto que tiene en la sociedad, economía y ambiente.

Esta investigación realiza un análisis crítico en torno a la percepción que se tiene de todo lo relacionado a las tecnologías y su automatización:

No existe un pensamiento y reflexión crítica relacionada la tecnología (particularmente del software). El paradigma hegemónico de desarrollo, lo traduce en símbolo de desarrollo y solución a diversas problemáticas desde una perspectiva capitalista. Todo lo relacionado a la tecnología es “positivo”.

Es decir, la tecnología ha facilitado y ayudado a resolver tareas que antes eran sumamente complejas y requerían un mayor tiempo para su ejecución, lo cual, la convierte en un símbolo de desarrollo. Esta investigación se utiliza la palabra “tecnología” para hablar de la dicotomía: hardware y software. Evidenciando que su estrecha relación se encuentra relacionada a problemas ambientales sumamente delicados, relacionado a la explotación de recursos y la generación de residuos electrónicos, así como la dificultad para su separación y el crecimiento y almacenamiento de datos, lo cual, se traduce a una cifra alarmante de emisiones de gases de efecto invernadero. Un cambio de paradigma para el diseño de la tecnología es fundamental.

Otra perspectiva es relacionada a el uso masivo de tecnología, lo cual se traduce en el diseño de software genérico, dando como resultado el aumento de la brecha digital y el desarrollo de productos descontextualizados:

Es necesario no perder de vista que la tecnología es operada desde una visión individual.

Dentro de un nivel practico podemos destacar:

El diseño e investigación modular importan más que nunca, ya que actualmente la industria digital se ahoga en un mar de dispositivos, tamaños, gráficos y entornos.

Es necesario dividir las tareas de diseño y desarrollo en partes más pequeñas y manejables

La aplicación de estos procesos de diseño requiere superar la mentalidad cortoplacista que frecuentemente se infiltra en la cultura empresarial. Un sistema de diseño bien pensado es una versión inteligente a futuro.

A pesar de que el diseño propone el uso de guías de estilo, este proceso no habla de estandarizar las interfaces digitales, ya que la personalización tiene una relación estrecha con elementos como: logotipos, tipografías, paleta de colores, mensajes e identidad de cada sistema.

Es necesario abrir horizontes a un estilo de programación orientada a objetos aplicada a lenguajes CSS para el diseño gráfico, brindando marcos para generar apariencias particulares.

7.2 Innovación de la propuesta doctoral

De manera puntual, se debe mencionar que la aportación doctoral a nivel teórico de esta investigación es:

Un proceso de diseño para conceptualizar software basado en el pensamiento complejo para la sustentabilidad.

Es decir, ayudar a diseñar entornos digitales desde parámetros ambientales, sociales y económicos. Es importante reconocer que el equilibrio total de los aspectos resulta una falacia, sin embargo, deberán incluirse de manera consciente estos aspectos de acuerdo con la naturaleza particular del espacio digital que requiera ser creado.

En cuanto al nivel práctico:

Realizar un proceso para detallar la fase de reproducción tecnológica, tiene como resultado la reducción de los tiempos de desarrollo y la corrección de errores antes de que el producto se encuentre siendo operado por el usuario final. Minimizando fallas.

La innovación plantea un cambio de paradigma donde se reconozca que el diseño no es solo una habilidad, sino una mentalidad que todos merecen desarrollar, destacando que:

Los procesos de diseño de un software requieren no sólo de una metodología para su desarrollo, sino de un proceso enfocado en una investigación profunda y detallada para poder añadir parámetros para la sustentabilidad. Por tanto, cualquier metodología podrá adaptar este proceso.

Lo anterior, repercute en la creación de software más accesible, incluyente, contextualizado, modular y escalable que mejore la experiencia del usuario, la usabilidad, cuyo prototipo de alto nivel permitirá realizar testeos preliminares que ayuden a prevenir errores, teniendo los requerimientos claros desde el inicio y:

- Promoviendo la coherencia del producto final y la cohesión para la operación sistémica de sus elementos.
- Acelerando el flujo de trabajo y estableciendo el trabajo colaborativo
- Facilitando las pruebas del software previo a su producción.
- Permitiendo transformar ideas abstractas en módulos concretos rápidamente.

Por otra parte, comprendiendo que la tecnología y la sociedad evolucionan rápidamente, este modelo:

La conceptualización de la fase de diseño debe ser realizada de manera sincrónica y contextual, ya que, el resultado debe ser un software capaz de adaptarse a las necesidades sociales, a nuevos dispositivos, e integrar nuevas tareas manteniendo en medida de lo posible su compatibilidad.

Durante los procesos de diseño es necesario ir más allá de la hiperfocalización de los procesos de diseño centrados en el individuo y las tareas que debe realizar, si bien, es una parte fundamental, esta propuesta ayuda a integrar elementos ambientales, estratégicos, mejorar su planeación con base en su escalabilidad, así como analizar su viabilidad e impacto social.

El proceso ayuda a que el diseño no se conceptualice dirigido a un individuo con la tarea de cumplir un objetivo únicamente funcional, más bien, un entorno holístico que tiene una responsabilidad ética y funge como una plataforma masiva, donde el diseño y la experiencia, impactan positiva y negativamente a la sociedad y el medio ambiente.

El proceso guía a la correlación intrínseca de temas de diseño, desarrollo (a nivel técnico) y parámetros para la sustentabilidad del software. Lo cual, impacta el desarrollo posterior de diversas tecnologías, así como su aplicación como su aplicación y uso.

El proceso no es lineal, ayuda a pensar las interfaces como un todo cohesivo y una colección de partes al mismo tiempo.

7.3 *La respuesta a la pregunta de investigación*

¿Cuáles los elementos mínimos de información que debe incluir un proceso de diseño del software para contribuir positivamente y añadir juicios de valor en torno a aspectos sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos a un software para que este para que éste, contribuya al desarrollo sustentable?

Para que un proceso de diseño pueda contribuir al desarrollo sustentable es necesario que establezca una serie de datos que puedan transformar dicha información -desde un pensamiento complejo y crítico- en un producto de diseño contextualizado, viable, modular y escalable, que cumpla con su objetivo operacional dentro de un criterio de viabilidad en torno a consideraciones:

Ambientales:

- Observando las prácticas que se realizan dentro de los entornos dónde se desea integrar el software.
- Definiendo la vinculación que tienen los usuarios entre “tecnología” y “medio ambiente”.
- Comparando las prácticas ambientales que realizan softwares similares.
- Estableciendo un diseño de tecnología ambiental (lo cual, puede abarcar el uso y optimización de elementos gráficos o lenguajes de programación, o el trabajo en la transferencia de conocimientos ambientales a partir de las interfaces gráficas de usuario).
- Diseñando elementos modulares que promuevan la reutilización de código en etapas de desarrollo.

Económicas:

- Observando la infraestructura que requiere
- Estableciendo el crecimiento de los datos
- Diseñando elementos modulares para optimizar los tiempos de programación en etapas de desarrollo.
- Evaluando la viabilidad sobre factores económicos, algunos de ellos:
 - Capital

- Mano de obra
- Políticas
- Legislación
- Valor para el Usuario

Sociales:

- Observando la evolución tecnológica para considerar una prospectiva.
- Planteando un diseño contextualizado de software.
- Definiendo hábitos digitales, frustraciones y la relación de los usuarios con la tecnología.
- Clasificando las necesidades en torno a temas de ergonomía y accesibilidad digital.
- Evaluando la viabilidad en torno a el valor que tiene el desarrollo de la tecnología, su impacto y diversos factores económicos.
- Verificando los procesos de diseño para optimizar la accesibilidad, interacción y usabilidad de las plataformas.

7.4 La condición de la hipótesis

Los resultados derivados de la aplicación de los 12 casos de uso, se observa dentro del marco operacional de la naturaleza de cada software la integración natural de estrategias para el diseño contextual de la tecnología, accesibilidad, y aspectos ambientales en consideración a la viabilidad de implementación de estos.

De esta manera, es posible afirmar que la hipótesis cumple, y se puede denominar que el resultado del proceso propuesto es un: “producto de software para la sustentabilidad” que atiende a las bases de desarrollo y apuesta por diseños de software más holísticos que integran juicios de valor a cada elemento que lo conforma, diseñando una tecnología encausada a la interacción requerida, que procura su optimización, calidad, resistencia, compatibilidad y modularidad entendiendo el software como un sistema que evoluciona y es capaz de adaptarse.

Por lo tanto, el objetivo general de la investigación se cumple al generar un proceso que integra y establece parámetros para la mejora del diseño de software en favor de aspectos: sociales, culturales, de infraestructura, ambientales y tecnológicos, para crear entornos digitales que se relacionen con el mundo natural y social de manera colectiva sin agredirlo.

7.5 Contribución social de la investigación

Sobre las actividades de retribución social CONAHCYT derivadas de este proyecto de investigación, se destacan:

- Participar en procesos de educación y comunicación para la sustentabilidad.
- Asesorar a jóvenes de licenciatura en su formación.
- Intercambio de experiencias, talleres de comunicación y divulgación de resultados.
- Elaboración de notas y artículos de difusión.

En torno a los programas nacionales estratégicos, esta investigación se alinea con el objetivo “Sistemas socioecológicos y sustentabilidad” que determina lo siguiente:

“El Programa Nacional Estratégico en Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad (Pronaces-SSyS) tiene como objetivo impulsar la coproducción de conocimiento a nivel técnico-científico, institucional y comunicativo para llevar a cabo acciones de conservación, restauración, uso y aprovechamiento de los ecosistemas, de los recursos naturales y de la biodiversidad desde una perspectiva de sustentabilidad y de justicia social. Para ello, se adopta un enfoque socioecológico que permite explorar y entender sistemas complejos, dinámicos y evolutivos, integrados por una gama amplia de fenómenos biofísicos, socioeconómicos, políticos y culturales que se interrelacionan a diferentes escalas espaciales y temporales. A través de proyectos que colaboren de manera transdisciplinaria para la cogeneración de alternativas de incidencia en la búsqueda de un desarrollo sustentable, se busca atender los problemas de salud ambiental, al igual que sus repercusiones en la salud humana y en la degradación de los sistemas vivos” (CONAHCYT, 2023)

7.6 *Discusión*

Dentro de la complejidad del fenómeno digital, existen factores que se involucran de manera colateral con esta investigación:

- Falta de regulación de los espacios digitales: La creación de espacios digitales con poca o nula regulación, que desemboca en un crecimiento descontrolado del volumen de datos, así como diversos problemas sociales y ambientales.
- Falta de conocimientos especializados en temas ambientales o sociales: Aunque el proceso detecta problemas ambientales y sociales, resulta complicado realizar propuestas que puedan mejorar y/o promover temas relacionados, por falta de conocimientos en el área. Es indispensable trabajar en la construcción de propuestas dentro de equipos multidisciplinarios.
- Contaminación digital: La investigación demuestra que las personas no relacionan los ambientes digitales con el concepto de contaminación, esto, relacionado con la infraestructura invisible. En el mundo digital el crecimiento se vuelve abstracto y no se tiene noción de las emisiones que se puedan generar al realizar actos de naturaleza cotidiana.
- Inmediatez: La automatización veloz de las empresas, requiere de proyectos que sean realizados en plazos cortos, y esto repercute a la falta de planeación e implementación de metodologías de diseño.

- Educación ambiental: Es necesario la reestructuración de conocimientos, herramientas y educación con enfoque ambiental aplicada a diferentes disciplinas.

7.7 Limitaciones

Entre las limitaciones de esta investigación se destaca la dependencia:

- Presupuestal: por el tiempo que implica realizar un proceso de investigación con este nivel de profundidad.
- Infraestructura: reconociendo que algunas de las problemáticas de la brecha digital no tienen una relación directa con el usuario, sino con diversas condiciones que van desde lo político, hasta el entorno físico.
- Conocimientos especializados: Descubrir áreas de oportunidad no asegura poder tener las soluciones adecuadas, sobre todo cuando no se tiene la posibilidad de desarrollar un proyecto de esta naturaleza en colaboración con un equipo multidisciplinario.

7.8 Investigaciones futuras

Sumar a la tarea de un proceso de diseño para software es un reto que abarca distintas disciplinas y áreas de especialidad. Los objetivos de esta investigación están delimitados, ya que de esta manera es posible concentrarse y resolver problemáticas particulares, por tal razón, se plantean las siguientes líneas de investigación futura, las cuales, se infiere que pueden sumar a la tarea de conceptualizar y diseñar tecnologías para la sustentabilidad, entendiendo a las interfaces digitales como una plataforma de gran alcance que pueda colaborar en la suma de pequeñas acciones de miles o millones de personas en el mundo.

- UX Writing en la educación ambiental.
- Producción de software en niveles técnicos que impacten en su huella de carbono con relación a su lenguaje de programación, consumo de memoria y/o diseño gráfico.
- Postproducción del software.

REFERENCIAS

- Abdulmajid, H. M. (2017). A design Rationale Model for Green Human Computer Interaction Design. *Lecture Notes on Information Theory*, 29-33.
- Abdulsalam, S., Zong, Z., & Gu, Q. G. (2015). Using the Greenup, Powerup, and Speedup metrics to evaluate software energy efficiency. *Sixth International Green and Sustainable Computing Conference (IGSC)*. Las Vegas, NV, USA: 1-8.
- AccessiBe. (01 de 08 de 2022). <https://accessibe.com/accesswidget/interface>
- Ahmad, R., Baharom, F., & Hussaind, A. (2018). Software sustainability Characteristic for software development towards long living software. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 55-72.
- Alteryx. (01 de 01 de 2022). *Aletrxy*. <https://www.alteryx.com/es-419/glossary/data-science>
- Álvarez, C. (31 de 03 de 2016). *Wild Wild Web*. <https://wildwildweb.es/es/blog/breve-historia-del-ux>
- Andrae, A. S. (2019). Prediction Studies of Electricity Use of Global Computing in 2030. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 1-8.
- Andrae, S. G., & Edler, T. (2015). On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030. *Challenges 2015*, 117-157.
- Azqueta, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: Mc Graw-Hill Profesional.
- Batmunkh, A. (2022). Carbon Footprint of The Most Popular Social Media Platforms. *Sustainability*, 1-10.
- Bohem, W. B. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer*, 61-72.
- BroadGroup. (2020). Retrieved 12 de 02 de 2021, from <https://www.broad-group.com/>
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 1-10.
- Brundtland. (1987). *Nuestro futuro común*. Naciones Unidas: Oxford University Press.
- Cisco. (2023). *Cisco Annual Internet Report*.
- CONAHCYT. (27 de 11 de 2023). *conahcyt.mx*. <https://conahcyt.mx/pronaces/pronaces-sistemas-socioecologicos/>
- Cuoto, M., Borba, P. C., Fernandez, J. P., Pereira, & Saraiba, J. (2017). Products go Green: Worst-Case Energy Consumption in Software Product Lines. *SPLC '17: 21st International Systems and Software Product Line* (págs. 25-29). Sevilla Spain: ACM.
- Dashinsky, A. (2016). *UX design*. Retrieved 12 de 01 de 2021, from <https://uxdesign.cc/product-design-for-sustainability-3fffb2a7f0e>
- Dashinsky, A. (2019). *UX Collective*. Retrieved 13 de 01 de 2021, from <https://uxdesign.cc/product-design-for-sustainability-3fffb2a7f0e>
- Dick, M., & Naumann, S. (2010). Enhancing Software Engineering Processes towards Sustainable Software Product Design. *Integration of Environmental Information in Europe*, 1-10.

- Dick, M., Naumann, S., & Kuhn, N. (2010). A model selected instances of green and sustainable software. *What Kind of Information Society? Governance, Virtuality, Surveillance, Sustainability, Resilience, 9th IFIP TC 9 International Conference* (págs. 248-259). Brisbane, Australia: IFIP.
- Diefenbach, S. (2018). 8. The potential and challenges of digital well-being interventions: positive technology research and design in light of the bitter-sweet ambivalence of change. *Frontiers in psychology*, 1-16.
- Distéfano, M. J., O'Connor, J., & Mongelo, M. C. (2015). Tecnología positiva. El uso de la tecnología para mejorar el bienestar personal y las interacciones sociales. *Psicodebate*, 93-112.
- Ferreboeuf, H. (2019). Lean ICT: Towards digital sobriety. *The Shift proyect. The carbon transition think tank*, 1, 1-6.
- Ferreboeuf, H., Efoui-Hess, M., & Zeynep, K. (2019). *Lean ICT - Towards digital sobriety*. París.
- Fortu, V. B., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020*. The United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).
- Frost, B. (15 de 01 de 2024). <https://atomicdesign.bradfrost.com>. <https://atomicdesign.bradfrost.com/table-of-contents/>
- Fuad-Luke, A. (2007). Re-defining the purpose of (Sustainable) Design: Enter the design Enablers, Catalysts in Co-design. En J. Chapman, & N. Gant, *Designers Visionaries and Other Stories*. Routledge.
- Gaggioli, A., & Riva, G. (2013). From mobile mental health to mobile wellbeing: Opportunities and challenges. *Studies in Health Technology and Informatics*, 1-7.
- Gaggioli, a., Villani, D., Serino, S., Banos, R., & Botella, C. (2019). Designing E-experiences for Positive Change. *Positive Technology*, 2-6.
- García, R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentacion epistemol+ogica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.
- Garret, J. J. (2002). *Elements of User Experience*. California: New Riders.
- Geodiver. (13 de 06 de 2022). *Geodiver*. <https://www.geodiver.es/conferencia-los-minerales-telefono-movil/>
- Giuseppe, R., & Baños, R. (2012). Positive Technology: using interactive technologies to promote positive functioning. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 69-77.
- Gobierno de México. (21 de 08 de 2017). *Gobierno de México*. <https://www.gob.mx/accesibilidad>
- Greenpeace. (2017). *Clicking Clean: Who is winning the race to build a green internet?* washington, D.C.: Greanpeace Inc.
- Heijungs, R., Hupper, G., & Guinée, J. B. (2010). Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis. *Polymer Degradation and Stability*, 422-428.
- Heinbeck, F. (2019). *Medium*. Retrieved 12 de 01 de 2021, from <https://medium.com/a-view-from-above/sustainable-user-experience-8260006f5232>

- Hinderks, A., JDomínguez Mayo, F. J., & Escalona, M. J. (2022). Approaches to manage the user experience process in Agile software development: A systematic literature review. *Information and software technology*, 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106957>
- Homescu, A., & Suhan, A. (2011). HappyJIT: a tracing JIT compiler for PHP. *DLS '11: Proceedings of the 7th symposium on Dynamic languages* (págs. 25-36). Portland, Obrego, USA: ACM.
- Hussian, A., Ahman, R., & Baharom, F. (2018). Software Sustainability Characteristic for Software Development Towards Long Living Software. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 1-19.
- Iddri; FING; WWW Francia; GreenIT. (2018). *White paper: digital technology and enviroment* . Francia.
- Jansen, H. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posicion en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 5(1), 39-72.
- Jimenez Ramos, L. M., Duarte Acosta, N., Berrio Lopez, J. B., Pablo, J., & Uribe, V. (2020). To train software engineers with principles of sustainable development: a bibliometric study. *2020 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, 1-4.
- Kallis, G., Demaria, F., & D'Alisa, G. (2015). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. Amsterdam: Elsevier.
- Kamalrulnizam, A. B., & Hashimi, A. H. (2013). A review of mobile cloud computing architecture and challenges to enterprise. *2013 7th IEEE GCC Conference and Exhibition (GCC)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/IEEEGCC.2013.6705783>
- Krueger, R., & Casey, M. (2000). *Focus Group: A practical guide for applied research*. Sage.
- Kuhn, T. S. (1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Economica.
- Kuru, A. (2013). *Exploration of user experience of personal informatics system*. Ankara.
- Leonard, A. (2002). Story of Stuff. *Economies for life*, 1-16.
- Liu, R., Gailholfer, P., Gensch, C.-O., & Köler, A. (2019). *Impacts of the digital transformation on the enviroment and sustainability*. Berlin: Öko-institut.
- Locke, J. (1998). *Compendio del ensayo sobre el entendimiento humano*. Editorial Tecnos.
- Martínez Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecologica. *Inter Sedes*, 11-25.
- Martínez, M. A., & Ríos, R. F. (2006). Los conceptos de conocimiento, epistemología y paradigma, como base diferencia en la orientación metdologica del trrabajo de grado. *Cinta de Moebius*(25), 111-121.
- Martínez, S. C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Artigo*, 613-621.
- McAfee. (2009). *the carbon footprint of email spam report*.

- Merino, Á. (29 de 08 de 2021). *EOM*. <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/mapa-cables-submarinos-mundo/>
- Miller, R. (24 de 05 de 2017). *Data Center Frontier*. <https://datacenterfrontier.com/autonomous-cars-could-drive-a-deluge-of-data-center-demand/#:~:text=Autonomous%20Cars%20Could%20Drive%20a%20Deluge%20of%20Data%20Center%20Demand,-By%20Rich%20Miller&text=When%20it%20comes%20to%20the,infrastructure%20like%20t>
- Molla, A., & Cooper, V. (2010). Green IT readiness: A framework and preliminary proof of concept. *Australasian Journal of Information Systems*, 5-23.
- Mollenkamp, T. D. (23 de 06 de 2022). *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/terms/s/sustainability.asp>
- Mota, D. L., & Sandoval, F. E. (2016). La falacia del desarrollo sustentable, un análisis desde la teoría decolonial. *Iberoamérica Social: revista-red de estudios sociales*, 89-104.
- Murugesan, S. (2008). Harnessing Green IT: Principles and Practices. *IT Professional*, 24-33.
- Naciones Unidas. (01 de 01 de 2022). *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Naumann, S., Dick, M., Kern, E., & Timo, J. (2011). The GREENSOFT Model: A reference model for green and sustainable software. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 291-304.
- NetworkWorld. (3 de 12 de 2018). *NetworkWorld*. <https://www.networkworld.com/article/3325397/idc-expect-175-zettabytes-of-data-worldwide-by-2025.html>
- Nielsen, J., & Mack, R. L. (1994). *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Nitnaware, h. (2020). *Mongabay*. Retrieved 12 de 01 de 2021, from <https://india.mongabay.com/2020/08/low-carbon-websites-to-cut-emissions/>
- Norman, D. (2013). *the design of everyday things*. New York: Basic Books.
- Obringer, R., Rachunok, B., Maia-Silva, D., Arbabzadeh, M., Nateghi, R., & Madani, K. (2021). The overlooked environmental footprint of increasing Internet use. *Resources, Conservation & Recycling*, 1-4.
- Orange Labs. (2017). *Architecture d'un smartphone, petit extrait des matériaux*.
- Pereir, R., Carcao, T., & Couto, M. (2017). Helping Programmers Improve the Energy Efficiency of Source Code. *39th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)* (págs. 238-240). IEEE: ACM.
- Pereira, R., Couto, M., Cuhna, J., Fernandez, J. P., & Saraiva, J. (2016). The influence of the Java collection framework on overall energy consumption. *Proceedings of the 5th International Workshop on Green and Sustainable Software*. 15-21: ACM.
- Pereira, R., Couto, M., Ribeiro, F., Cunha, J., Fernandes, & Saraiva, J. (2017). Energy Efficiency across programming languages. How do energy, time, and memory relate? *International Conference on Software Language Engineering*, (págs. 256-267). Canada.

- Popper, K. (1999). *La lógica de la investigación científica*. Editorial Tecnos.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. México: Mc Graw Hill.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. México: Mc Graw Hill.
- Prieto, B. F., Peña, G. C., & Lopez, V. J. (2014). Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. *ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GREEN IT EN LAS ORGANIZACIONES* (págs. 1-12). Guayaquil Ecuador: LACCEI.
- Principios para el desarrollo digital. (01 de 01 de 2022). *Principios para el desarrollo digital*. <https://digitalprinciples.org/es/principles/>
- Remy, C. (2017). *Incorporating Sustainable HCI Research into Design Practice*. Zurich: Zurich Open Repository and Archive.
- Renzel, D., & Koren, I. (2017). Preparing Research Projects for Sustainable Software Engineering in Society. *International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society Track, 39*, 1-10.
- Ríos, O. L., Ortiz, L., & Álvarez, D. C. (2009). An epistemology for sustainability science: a proposal for the study of the health/disease phenomenon. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 16*, 48-60.
- Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2018). *Information Architecture: For the Web and Beyond*. O'Reilly. <https://doi.org/ISBN-13: 978-1491911686>
- Ruiz, d. I., Bax, B., & Reyes, F. A. (2021). *Green Coding*.
- Sedano, T. (2017). *Sustainable Software Development: Evolving Extreme Programming*. Pensilvania: ResearchGate.
- Serrano, A., & Martinez, E. (2003). *La brecha digital, mitos y realidades*. Baja California: Editoril Universitaria de la Universidad Autónoma de Baja California.
- Spangenberg, J. H., Fuad-Luke, A., & Blincore, K. (2010). Design for Sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. *Journal of Cleaner Production, 18*, 1485-1493.
- Stivelberg, D. (2019). RELEVÂNCIA DO SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. *INTERNATIONAL MEETING ON SERVICES VALUE-ADDED IN EXPORTS*, (págs. 1-21). Brasil.
- Stolz, S., & Indra Jungblut, S. (2019). *Reset - digital para siempre*. Retrieved 12 de 01 de 2021, from <https://en.reset.org/knowledge/our-digital-carbon-footprint-whats-the-environmental-impact-online-world-12302019>
- Summers, J., & Smith, L. M. (2014). The Role of Social and Intergenerational Equity in Making Changes in Human Well-Being Sustainable. *Ambio, 23*, 718-728. <https://doi.org/10.1007/s13280-013-0483-6>
- TechLib. (2020). *TechLib*. Retrieved 12 de 01 de 2021, from https://techlib.net/definition/machine_language.html
- TIOBE. (01 de 04 de 2022). *TIOBE*. <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

Trigo, A. V. (2004). Historia y evolución de los lenguajes de programación. *Revista de la Asociación de Autores Científico-Técnicos y Académicos*, (págs. 85-95). España.

UNITAR. (2020). The Global E-Waste Monitor. *Sustainable Cycles Programme*.

W3C. (01 de 01 de 2022). *W3C*. <https://www.w3.org/WAI/design-develop/>

We are Social. (2020). *We Are Social*. Retrieved 12 de 01 de 2021, from <https://wearesocial.com/digital-2020>

We Are Social. (2023). *Digital 2023 Global Overview Report*.

We Are Social. (01 de 04 de 2024). *We Are Social*. <https://wearesocial.com/es/blog/2024/01/digital-2024/>

We Are Social. (01 de 04 de 2024). *We Are Social*. <https://wearesocial.com/es/blog/2024/01/digital-2024-5-billones-de-usuarios-en-social-media/>

Weiser, M. (2000). The computer for the 21st Century. *Science as Culture*, 91-105.

Wiese, L., Pohlmeier, A. E., & Hekkert, P. (2020). Design for sustained wellbeing through positive activities - A multi - Stage Framework. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1-25.

Zhang, X., Lindberg, T., & Xiong, N. (2017). Cooling Energy Consumption Investigation of Data Center IT Room with Vertical Placed Server. *Energy Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.581>

GLOSARIO

A

B

Benchmarking: Consiste en tener comparadores de productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones y evidencien las buenas prácticas sobre algún área de interés para tomarse como referencia, documentando sus datos y analizando sus fortalezas y debilidades.

Brecha digital: La brecha digital es la separación que existe entre las personas (comunidades, estados, países...) que utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como una parte rutinaria de su vida diaria, y aquellas que no tienen acceso a las mismas y que, aunque lo tengan, no saben cómo utilizarlas. (Serrano & Martinez, 2003)

C

Cloud Computing: Tecnología que necesita internet para acceder remotamente a software, almacenamientos de archivos y bases de datos disponibles en servidores remotos que brinde servicio a múltiples usuarios.

Código Libre: (O código abierto) basado en la colaboración de dominio público para mejorar los procesos de desarrollo de software considerado aceptable la manipulación del código fuente.

Concurrencia en programación: Sincronización de procesos múltiples para su ejecución de forma paralela.

Customer Journey Map: Un mapa que permite plasmar de forma visual el recorrido que realizan los usuarios identificando diferencias en sus experiencias y emociones generadas durante su interacción, con el fin de detectar puntos críticos y elaborar estrategias viables.

D

Desarrollo Incremental: Estilo de gestión de proyecto digitales que únicamente acepta añadir elementos nuevos.

Desarrollo Iterativo: Estilo de gestión flexible de proyecto digitales que elabora, refina y mejora procesos existentes en etapas de desarrollo de software.

Design Thinking: De acuerdo con Tim Brown (2008) "es una disciplina que usa la sensibilidad y los métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertirse en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado".

Dispositivos periféricos: Instrumentos de hardware que introducen, obtienen o almacenan y ayudan en la ejecución y administración de datos digitales.

E

Entornos de desarrollo (IDE): Editor de código fuente que proporciona servicios integrales para automatizar, compilar, depurar, simular y corregir errores humanos identificados en tiempo real durante el momento de desarrollo de software.

F

G

Gigajulios = 277.78 Kilovatios hora

H

I

Ingeniería de Software: Rama de la ingeniería que comprende todo lo relacionado con los procesos metodológicos desde el análisis precedente para la creación de un sistema informáticos, como el desarrollo de prototipo, proyecto y mantenibilidad de éste, con el objetivo de contrarrestar fallas futuras.

Insights: Es la clave (el punto de partida) para encontrar una solución (no son datos estadísticos ni tendencias de mercado) sino el producto de un proceso profundo de análisis, un pensamiento que implica el descubrimiento de una nueva percepción frente a un problema y suelen ser oraciones cortas, sencillas de explicar, novedosas que mezclan diversos conceptos y requieren un trabajo posterior.

Interfaces gráficas de usuario (GUI): Entorno visual que permite la interacción humano – computadora a partir de elementos gráficos como imágenes, texto e iconos relacionados metafóricamente con la actividad que se está realizando.

J

K

L

Lenguaje de máquina: Conjunto de dígitos binarios (0 y 1) que las computadoras comprenden.

M

Megajoule (MJ): es un múltiplo decimal de las unidades SI derivadas de energía, trabajo y cantidad de calor en el Sistema Internacional de Unidades SI. El joule es equivalente a la energía consumida o trabajo realizado al aplicar la fuerza de un newton a través de una distancia de un metro (1 newton metro o N•m).

N

Ñ

O

P

Programación Orientada a Objetos: Estilo de programación de donde el código fuente se gestiona de acuerdo con su comportamiento para poder ser reutilizado y evitar su duplicación.

Q

R

S

Sociedad del Conocimiento: Esta sociedad considera que el conocimiento es un pilar para el desarrollo y progreso, su objetivo principal es generar un acceso a la educación más eficaz y sencillo, esto incluye la alfabetización digital y la búsqueda de la disminución de la brecha digital.

Sociedad de la información: Individuos que crean, manejan, producen y distribuyen información a través de medios digitales de manera individual y proactiva con base en conocimiento formales e informales focalizados en ayudar a resolver necesidades específicas.

T

TCP/IP: Fragmentación de datos para realizar su intercambio a partir de reglas estandarizadas que permiten establecer comunicación entre equipos conectados en una misma red.

U

UI: Capa visual (diseño de interfaz) que define como responde el sistema y sus elementos gráficos durante la interacción a partir de un prototipo visual.

UML: Técnica de modelado visual que representa diversas perspectivas y escenarios de los sistemas informáticos para su fácil interpretación y documentación.

V

W

WWW: Red de información que se interconecta a nivel mundial a través de internet.

X

Y

Z