

Innovación y cambio climático: Diseño de artefactos tecnológicos que informen a la ciudadanía sobre la calidad del aire de la ciudad de Tunja.

Juan P. Sierra

Facultad de Diseño de Interacción, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

Opción de grado 2

Docente Julián Salcedo

Noviembre 2024

Tabla de Contenido

- **Introducción**
- **Planteamiento del problema**
- **Justificación**
- **Objetivos**
- **Marco Teórico**
- **Metodología**
- **Resultados**
- **Conclusiones**
- **Referencias**
- **Apéndice**

Introducción

En su libro hábitos atómicos, James Clear menciona que mediante cuatro pasos fundamentales como todo ser humano tiene la capacidad de adquirir una rutina, estos pasos incluyen, hacerlo obvio, hacerlo atractivo, hacerlo fácil y hacerlo satisfactorio. En este sentido, lo que busca James con este libro es brindar las luminarias necesarias para disfrutar los hábitos que creamos. Dicho esto, se considera pertinente preguntar, ¿La causa de problemas como el cambio climático antropogénico se debe a que la civilización moderna no ha podido crear hábitos que alteren esta realidad? En el ser humano, crear hábitos no es un acto per sé que se encuentre intrínsecamente expuesto en el día a día de este, y es por ello que este proyecto tiene como objetivo analizar las causas de la contaminación generada hoy en día por la civilización moderna, y comprender como este afecta a la ciudadanía cuando gracias a los combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural licuado (Aun disponibles) que al ser quemados, generan dióxido de carbono el cual se ha alojado en la biosfera y que gracias a la atmosfera que encapsula a nuestro planeta ha provocado un efecto invernadero. Toda esta investigación basada en investigaciones que importantes científicos y profesores eméritos como Vaclav Smil han realizado, serán interpretadas con el fin de proponer desde el diseño de interacción una estrategia para generar conciencia en la sociedad, con un enfoque en el desarrollo de productos y servicios que contribuyan a disminuir la huella de carbono, también se busca proponer estrategias sostenibles para mitigar los efectos de este efecto invernadero que hoy en día el mundo vive con el continuo aumento de la temperatura en diferentes zonas del planeta y que ha sido el responsable de muchos desastres naturales, cobrando muchas vidas a su paso.

Planteamiento del Problema

¿Qué sector de la capital boyacense se ve más afectada por la mala calidad del aire y que factores contribuyen a ello?

El 80% de los contaminantes en Colombia se dan por los automotores, el restante por industrias y residencias, y cerca de 8.000 personas mueren año tras año debido a la contaminación del aire (Torrado, 2021).

Sin lugar a duda el cambio climático actualmente representa uno de los mayores desafíos dado su fuerte avance y afectación global generada en los últimos 150 años con la concentración en la atmosfera de gases de efecto invernadero, en particular forjada por la experimentación del aumento significativo y la acumulación de dióxido de carbón, óxido nitroso y metano (Rubin, 2023).

Así las cosas, el mundo actual depende en gran medida de fuentes de energía no renovable, colaborando a que las fuentes de generación primaria como lo son el carbón, el gas natural y los combustibles como la gasolina o el Diesel, al quemarlas liberen dióxido de carbono el cual genera calentamiento.

En este sentido, Vaclav Smil (2023) escritor y científico checo canadiense que cuenta con un poco más de 48 libros escritos con el objetivo de realizar un aporte al mundo moderno, ha logrado proponer nuevos modelos innovadores para mitigar los estragos del problema que se pretende estudiar. Estos modelos incluyen una construcción completa de esquemas de generación de energía limpia, de los cuales Smil, afirma que contribuyen en esta problemática de máxima importancia, dado que, nuestro planeta se encuentra en crisis y la humanidad no cuenta con la posibilidad de hacer algún tipo migración planetaria, concepción desde la cual, actualmente no existe más opción que hacer todo lo que esté al alcance para mitigarlo y combatirlo.

Partiendo de estos puntos, en líneas generales, las investigaciones sobre innovación y cambio climático han incluido temas de gran envergadura entorno al cambio tecnológico impulsando por el interés en comprender y modelar las fuerzas que subyacen al desarrollo y la competitividad en mejoras de mercado. En este sentido, existe amplia literatura, elaborada en mayor parte por científicos sociales, que buscan abordar diversas dimensiones de la innovación y los factores que contribuyen en ella. Dicha literatura busca examinar diversos aspectos que cubren desde el comportamiento de las personas y de organizaciones, hasta la función y eficacia de la promoción de innovación en sectores específicos o áreas definidas de la tecnología.

Desde ello, la influencia de la innovación tecnológica en la mitigación o resolución de problemas como la contaminación es un desarrollo más reciente, especialmente en las pequeñas y grandes urbes, estos son los escenarios donde el aire de pésima calidad es una variable que cada día se normaliza más en la vida de sus habitantes. Este avance proviene de diversas áreas que generan innovaciones y dan lugar a nuevos productos diseñados para reducir o eliminar la emisión de sustancias contaminantes en el medio ambiente.

En este contexto, la esencia del problema del cambio climático radica en que, si las tendencias actuales persisten, se espera un significativo aumento en las emisiones globales futuras de gases de efecto invernadero en las próximas décadas. Este incremento se atribuye al crecimiento de la población mundial, al desarrollo económico y a otros factores que contribuyen al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, como lo son los gases de efecto invernadero provocadas por el sector automotor de las ciudades, las consecuencias y proyecciones indican un aumento de la incertidumbre, con posibles efectos negativos que podrían representar una seria amenaza para la salud humana, esto da luz a los predecibles escenarios donde con el pasar del tiempo los días sin carro y el pico y placa en las capitales de Colombia serán menos efectivos.

Ante este elevado grado de incertidumbre, surge la pregunta de por qué simplemente esperamos a que la magnitud y los efectos del cambio climático sean más evidentes en lugar de tomar medidas desde la academia. Este planteamiento destaca la necesidad de una acción proactiva y la importancia de no postergar las respuestas frente a un problema tan apremiante como el cambio climático.

Actualmente los estudios realizados sobre el panorama de la polución en la ciudad de Tunja son muy escasos o inexistentes, se requiere con prontitud estudiar la situación en la que se encuentra la capital boyacense con el objetivo de proponer soluciones que permitan tener bajo control dicha situación

En este sentido, actuar desde la academia implica no solo comprender y comunicar la gravedad del problema, sino también pensar, desarrollar y proponer soluciones innovadoras.

Por ello, la investigación y el conocimiento serán fundamentales para informar sobre las acciones y promover un cambio de perspectivas, abordando el cambio climático desde el Diseño de Interacción, lo cual puede ayudar a mitigar impactos y a tomar conciencia de que debemos prepararnos de manera más efectiva para los desafíos futuros.

De esta manera, será posible demostrar que la solución a los problemas medioambientales, en su mayoría, demanda de una acción colectiva para lograr resultados efectivos, por esto, se hace imperativo el promover la innovación tecnológica como parte integral de una estrategia exhaustiva para abordar los desafíos medioambientales.

Así, el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías se declaran como elementos fundamentales para cualquier respuesta completa al cambio climático y puntualmente en la polución provocada por el parque automotor de la ciudad de Tunja. Sin embargo, es importante destacar que un cambio tecnológico a la escala necesaria no puede ocurrir de la noche a la mañana, razón por la cual, se requiere de un verdadero compromiso a largo plazo

con la inclusión de esfuerzos multidisciplinarios continuos y la colaboración de diversos sectores del parque automotor de la ciudad para implementar soluciones tecnológicas que contribuyan de manera significativa a la mitigación y adaptación al cambio climático.

Objetivos

General

- Prototipar un producto innovador el cual esté al servicio de la ciudadanía Tunjana, el cual informe en tiempo real sobre la calidad del aire, generando conciencia y recomendaciones que colaboren a que la calidad de esta aumente.

Específicos

- Desarrollar una investigación alrededor de las fuentes de generación de energía primaria para definir un plan de acción de cara a las soluciones que se propondrán.
- Identificar qué sector automotor de la ciudad de Tunja contribuye más a la contaminación de la ciudad.
- Categorizar las industrias y sectores que tienen una mayor repercusión en la calidad del aire de la capital boyacense
- Delimitar las zonas en las que el diseño de interacción puede realizar un aporte a la problemática.
- Geolocalizar las áreas de la ciudad de Tunja se ven más afectadas por dicha problemática
- Interpretar las cifras de gramos de Co2/Km generadas por el parque automotor de la ciudad de Tunja, discriminadas en sector público y privado.
- Evaluar las regulaciones y las políticas actuales por parte de la alcaldía mayor y los entes ambientales de la ciudad de Tunja relacionados con la calidad del aire.

- Estudiar como la mala calidad del aire en las ciudades afecta la salud de sus habitantes
- Integrar tecnologías de vanguardia y materiales sostenibles en el diseño de los productos para maximizar su eficacia y minimizar su impacto ambiental.

Justificación

La investigación acerca de la generación y desarrollo de productos innovadores desde el Diseño de Interacción en pro de la mitigación del cambio climático permitirá determinar en qué nivel se encuentra la situación ambiental actual en la ciudad de Tunja, analizando en base a estadísticas verídicas la oportunidad de proponer desde el diseño de interacción, ideas de proyectos con productos que ayuden a mitigar la huella de carbono provocadas por el sector automotor público y privado en la ciudad de Tunja.

El fondo mundial para la naturaleza (WWF), quien es una de las organizaciones de conservación más grandes y reconocidas a nivel mundial, afirma en un artículo publicado en junio de 2023 lo siguiente: El cambio climático ya está afectando a las especies en los ecosistemas terrestres, de agua dulce y oceánicos de todo el mundo, según el IPCC. El futuro calentamiento empeorará los impactos. Los eventos extremos más frecuentes y severos, como sequías, inundaciones e incendios, junto con la degradación del hábitat, los cambios en los ciclos del agua y el estrés por calor representan un desafío para la mayoría de las poblaciones de animales. Esos impactos también afectan a los humanos y conducen a una mayor competencia entre todos los seres vivos por los recursos (WWF, 2023).

Es por ello por lo que se busca desde el diseño de interacción una investigación exhaustiva alrededor de las soluciones que pueden ayudar a solventar este problema que nos compete a todos.

Marco Teórico

Definición de Términos

Calentamiento Global

El calentamiento global es el aumento gradual de la temperatura promedio de la Tierra debido a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente causados por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación.

Efecto Invernadero

El efecto invernadero es el proceso natural por el cual la atmósfera de la Tierra retiene parte del calor del sol, permitiendo que la temperatura en la superficie del planeta sea apta para la vida. Sin embargo, la actividad humana ha intensificado este efecto al aumentar la concentración de gases de efecto invernadero, lo que provoca un calentamiento adicional y cambios climáticos.

Gases de Efecto Invernadero

Los gases de efecto invernadero son componentes gaseosos en la atmósfera que atrapan el calor solar y lo retienen cerca de la superficie terrestre. Esto causa un aumento en la temperatura global, lo que contribuye al fenómeno del calentamiento global y al cambio climático. Los principales gases de efecto invernadero incluyen el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el vapor de agua.

Cambio Climático Antropogénico

El cambio climático antropogénico se refiere a los cambios en el clima de la Tierra causados principalmente por actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva. Estas actividades liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo que altera el balance natural del clima y contribuye al calentamiento global y otros cambios climáticos.

Huella de Carbono

La huella de carbono es una medida de la cantidad total de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (CO₂), liberados directa o indirectamente por una actividad, producto, evento o individuo. Es una forma de evaluar el impacto ambiental en términos de cambio climático y ayuda a identificar oportunidades para reducir las emisiones y mejorar la sostenibilidad.

Energía Solar

La energía solar es una forma de energía renovable obtenida del sol. Se aprovecha mediante la captación de la luz solar y su conversión en electricidad o calor, utilizando tecnologías como paneles solares fotovoltaicos o colectores solares térmicos. Es una fuente de energía limpia y sostenible que no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos durante su generación.

Energía Eólica

La energía eólica es una forma de energía renovable que se genera mediante la conversión de la energía cinética del viento en electricidad. Se logra mediante el uso de turbinas eólicas que capturan el viento y lo convierten en energía mecánica, que luego se

convierte en electricidad a través de un generador. Es una fuente de energía limpia y sostenible que no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos durante su generación.

Energía Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es una forma de energía renovable que se genera mediante la captación del flujo de agua, como ríos o embalses, para hacer girar turbinas conectadas a generadores que producen electricidad. Es una fuente de energía limpia y sostenible que no produce emisiones de gases de efecto invernadero durante su generación y puede proporcionar una fuente de energía constante y confiable.

Bioenergía

La bioenergía es una forma de energía renovable que se obtiene a partir de materiales orgánicos, como residuos agrícolas, cultivos energéticos o desechos forestales. Se puede convertir en electricidad, calor o biocombustibles, como el biodiésel o el bioetanol. Es una fuente de energía sostenible que puede contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a diversificar la matriz energética.

Geotermia

La geotermia es una forma de energía renovable que aprovecha el calor natural del interior de la Tierra para generar electricidad o proporcionar calefacción y refrigeración. Se obtiene mediante la extracción y aprovechamiento del calor del subsuelo, ya sea a través de sistemas de bombas de calor geotérmicas o mediante la perforación de pozos para acceder a reservorios de agua caliente o vapor. Es una fuente de energía limpia y sostenible que puede utilizarse de manera continua y con bajo impacto ambiental.

Descarbonización

La descarbonización es el proceso de reducción de la emisión de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente mediante la transición hacia fuentes de energía y tecnologías con bajas emisiones de carbono. Este proceso es fundamental para combatir el cambio climático y limitar el calentamiento global, y puede implicar la adopción de energías renovables, mejoras en la eficiencia energética y cambios en los procesos industriales y de transporte.

Eficiencia Energética

La eficiencia energética se refiere a la optimización del uso de la energía para obtener un determinado resultado, como la iluminación, calefacción, refrigeración o producción industrial, con la menor cantidad de energía posible. Implica la implementación de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía sin sacrificar la calidad del servicio o producto final.

Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible se refiere a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Implica equilibrar el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y el bienestar social, asegurando que los recursos naturales sean utilizados de manera responsable y que se minimice el impacto negativo en el entorno.

Economía Circular

La economía circular es un enfoque económico que busca minimizar el desperdicio y maximizar la eficiencia de los recursos mediante la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales y productos. En lugar de seguir un modelo lineal de "extraer,

fabricar, usar y desechar", la economía circular promueve ciclos cerrados donde los materiales se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible, reduciendo así la necesidad de nuevos recursos y la generación de residuos.

Agenda 2030

La Agenda 2030 es un plan de acción global adoptado por los 193 Estados miembros de las Naciones Unidas en septiembre de 2015. Su objetivo principal es promover el desarrollo sostenible en todo el mundo para el año 2030. La Agenda consta de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que abordan una amplia gama de desafíos sociales, económicos y ambientales, como la erradicación de la pobreza, la lucha contra el cambio climático y la promoción de la igualdad de género.

Movilidad Sostenible

La movilidad sostenible se refiere a los sistemas de transporte y desplazamiento que minimizan el impacto ambiental, reducen la congestión urbana y promueven una mejor calidad de vida. Esto incluye el uso de medios de transporte no contaminantes, como bicicletas, transporte público eficiente y vehículos eléctricos, así como el diseño de infraestructuras que fomenten la movilidad peatonal y ciclista.

Eficiencia Energética

La eficiencia energética es la capacidad de obtener el máximo rendimiento con el menor consumo de energía posible, optimizando el uso de recursos para realizar una tarea específica.

Movilidad activa

La movilidad activa se refiere al desplazamiento realizado por medio de la actividad física, como caminar o andar en bicicleta. Es una forma de transporte sostenible que promueve la salud, reduce la contaminación y contribuye a la descongestión del tráfico.

Planificación Urbana Sostenible

La planificación urbana sostenible es un enfoque que busca diseñar y gestionar el desarrollo de las ciudades de manera que se promueva la equidad social, se proteja el medio ambiente y se fomente la prosperidad económica a largo plazo. Implica la integración de principios de sostenibilidad en la gestión del uso del suelo, el transporte, la vivienda, los servicios públicos y la infraestructura, con el objetivo de crear entornos urbanos más saludables, eficientes y resistentes al cambio climático.

Antecedentes Teóricos

Cambio Climático

Los gases de efecto invernadero tienen un impacto cada vez mayor en el día a día del mundo entero. Hacemos un recorrido por la ciencia para explicar qué es exactamente el calentamiento global que provoca el cambio climático y cuáles son sus consecuencias. El cambio climático afecta a todas las regiones del mundo. Los casquetes polares se están fundiendo y el nivel del mar está subiendo. En algunas regiones, los fenómenos meteorológicos extremos y las inundaciones son cada vez más frecuentes, mientras que en otras se registran olas de calor y sequías. Hemos de actuar por el clima ahora, o estos efectos no harán sino intensificarse. El cambio climático es una amenaza muy grave, y sus consecuencias afectan a muchos y muy diversos aspectos de nuestra vida. A continuación, figura una lista de las principales consecuencias del cambio climático (European Commission, 2023).

Aumento de las Temperaturas

La crisis climática ha aumentado la temperatura media mundial y lleva a que se registren más a menudo temperaturas extremas, como las que se alcanzan en las olas de calor. La subida de las temperaturas puede aumentar la mortalidad, reducir la productividad y ocasionar daños a las infraestructuras. Las consecuencias más graves recaen en las personas más vulnerables (por ejemplo, bebés y ancianos). También se prevé que el aumento de las temperaturas cambie la distribución geográfica de las zonas climáticas. Son cambios que alteran la distribución y la abundancia de numerosas especies vegetales y animales que ya sufren la presión que supone la pérdida y la contaminación de sus hábitats. Pero, además, es probable que el aumento de las temperaturas influya en la fenología, esto es, en el comportamiento y los ciclos de vida de las especies animales y vegetales. Esto, a su vez, podría incrementar el número de plagas y especies invasoras, así como la incidencia de algunas enfermedades humanas. Al mismo tiempo, podría disminuir el rendimiento y la viabilidad de la agricultura y la ganadería, así como la capacidad de los ecosistemas de ofrecer importantes bienes y servicios (como el suministro de agua limpia y de aire fresco y limpio). Las altas temperaturas aumentan la evaporación del agua, lo que, unido a la falta de precipitaciones, aumenta el riesgo de sequías graves. Aunque las bajas temperaturas extremas (olas de frío y heladas) podrían ser menos frecuentes en Europa, el calentamiento global hace más imprevisibles los acontecimientos, lo que afecta a nuestra capacidad de responder con eficacia (European Commission, 2023).

Sequías e Incendios Forestales

Debido al cambio climático, muchas regiones europeas ya hacen frente a sequías más frecuentes, severas y duraderas. Una sequía es un déficit inhabitual y temporal del agua disponible debido a la falta de precipitaciones, combinada con una mayor evaporación ocasionada por las altas temperaturas. Es diferente de la escasez de agua, que es la falta

estructural de agua dulce durante todo el año debido a un consumo excesivo. Las sequías tienen a menudo efectos colaterales, por ejemplo, en las infraestructuras de transporte, la agricultura, la silvicultura, el agua y la biodiversidad. Las sequías hacen descender los niveles de agua en ríos y aguas subterráneas, frenan el crecimiento de árboles y cultivos, hacen aumentar las plagas y alimentan los incendios forestales. En Europa, los aproximadamente 9 000 millones de euros de pérdidas anuales debidas a la sequía se producen sobre todo en la agricultura, el sector energético y el abastecimiento público de agua. Son cada vez más frecuentes en Europa las sequías extremas y también aumentan los daños que ocasionan. Si la temperatura media mundial aumenta 3 °C, se prevé que las sequías sean dos veces más frecuentes y las pérdidas anuales absolutas en Europa asciendan a 40 000 millones de euros al año, lo que afectará con mayor gravedad a las regiones del Mediterráneo y el Atlántico. La mayor gravedad y frecuencia de las sequías aumentará la duración y gravedad de las temporadas de incendios forestales, sobre todo en la región mediterránea. Además, el cambio climático extiende las zonas en riesgo de incendio forestal. Regiones que hoy en día no son propensas a los incendios podrían llegar a ser zonas de riesgo (European Commission, 2023).

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático

Es una de las tres convenciones que se crearon tras la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, en 1992 (junto a la Convención de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica y la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación). Con una participación prácticamente universal, cuenta con 198 Partes (197 países y una organización de integración regional - la UE- la han ratificado) y es el principal foro de Naciones Unidas donde se negocia sobre cambio climático. Fue adoptada en mayo de 1992, y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. España la firmó en junio de 1992, y la ratificó en diciembre de 1993. Para que la aplicación de la Convención sea efectiva se elaboran decisiones que han de ser aprobadas por todas las Partes por consenso y que desarrollan los diferentes artículos de dicha

Convención. Estas decisiones se discuten y aprueban en las Conferencias de las Partes (COP, por sus siglas en inglés) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023).

Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia Convención sólo pide a esos países que adopten políticas y medidas de mitigación y que informen periódicamente. El Protocolo de Kioto se basa en los principios y disposiciones de la Convención y sigue su estructura basada en los anexos. Sólo vincula a los países desarrollados y les impone una carga más pesada en virtud del principio de "responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas", porque reconoce que son los principales responsables de los actuales altos niveles de emisiones de GEI en la atmósfera (UNFCCC, s.f.).

Acuerdo de París

El objetivo central del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados. Además, el acuerdo tiene por objeto aumentar la capacidad de los países para hacer frente a los efectos del cambio climático y lograr que las corrientes de financiación sean coherentes con un nivel bajo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una trayectoria resistente al clima. Para alcanzar estos ambiciosos objetivos, es preciso establecer un marco tecnológico nuevo y mejorar el fomento de la capacidad, con el fin de apoyar las medidas que adopten los países en desarrollo y los países más vulnerables, en consonancia con sus propios objetivos nacionales, y movilizar y proporcionar los recursos financieros necesarios. El

Acuerdo también prevé un marco mejorado de transparencia para la acción y el apoyo. El Acuerdo de París exige a todas las Partes que hagan todo lo que esté en su mano por medio de contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) y que redoblen sus esfuerzos en los próximos años. Esto incluye la obligación de que todas las Partes informen periódicamente sobre sus emisiones y sobre sus esfuerzos de aplicación. También habrá un inventario mundial cada cinco años para evaluar el progreso colectivo hacia el logro del propósito del acuerdo, y para informar sobre nuevas medidas individuales de las Partes. El Acuerdo de París quedó abierto a la firma el 22 de abril de 2016 – Día de la Tierra – en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York. Entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, 30 días después de que se cumpliera el llamado “doble criterio” (ratificación por 55 países que representan al menos el 55 % de las emisiones mundiales). Desde entonces, más países han ratificado y siguen ratificando el Acuerdo, y alcanzan un total de 125 Partes a principios de 2017 (UNFCCC, s.f.).

Teoría del Cambio Climático Antropogénico

Por Cambio Climático Antropogénico se entiende la alteración que experimentan los diversos climas terrestres por el sobrecalentamiento causado al acumularse en la atmósfera ciertos gases emitidos cuando quemamos combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas). Esta es en esencia la teoría sobre cuya consistencia la Ciencia ya no alberga dudas, pero que curiosamente la sociedad aún contempla como un tema sujeto a controversia. Sería esto comprensible si se tratase de una cuestión ante la que cupiera aducir razones morales, creencias religiosas o convicciones políticas. Pero el Cambio Climático Antropogénico es una teoría científica, como lo son la Teoría de la Relatividad o la Cinética de Gases (Castro, 2020)

Relaciones Entre Conceptos

Las fuentes de generación primaria de energía como el petróleo y el carbón cada día provocan más emisiones que están afectando la salud del planeta tierra, generando cambios en el clima, en los ecosistemas y en recursos como el agua.

En la actualidad hay una lista de países los cuales han fijado una lista de objetivos y soluciones para contribuir a la disminución de la huella de carbono, donde cada uno se ha comprometido a emitir periódicamente informes sobre los resultados de aquellos objetivos.

Se monitorea continuamente la temperatura en zonas clave del planeta con el objetivo de evaluar posibles soluciones y estrategias.

El desarrollo de tecnologías como sensores de monitoreo y artefactos tecnológicos que se encarguen de la eliminación de la huella de carbono es una prioridad.

Los países miembros de las convenciones y acuerdos mencionados buscan estrategias para realizar una transición energética, siempre teniendo como prioridad el cuidado de su economía y mercado

Aquellas naciones que son potencias mundiales tienen un porcentaje más alto en cuanto a la responsabilidad que deben asumir para disminuir la huella de carbono que al día de hoy generan.

Enfoque Teórico de la Investigación

El enfoque teórico de esta investigación es proponer artefactos tecnológicos que puedan contribuir a la disminución de emisiones de Co2 en las ciudades. Este enfoque será utilizado para estudiar que avances tecnológicos hay en la industria hasta el momento y

detectar los puntos de dolor existentes en cuanto a factibilidad y desarrollo actual, así mismo, analizar las políticas públicas existentes en la ciudad de Tunja para la disminución de su huella de carbono.

Aportes de la Investigación

Los esfuerzos de la presente investigación se concentran en el aporte que se pueda generar en tanto a las tecnologías desarrolladas hasta el momento y la normativa actual dentro de la ciudad de Tunja de la siguiente forma:

Interpretar las cifras actuales de países que tiene una mayor contribución a la emisión de gases de efecto invernadero, posterior a ello buscar urbes de tamaño demográfico y poblacional similares a la ciudad de Tunja para realizar la respectiva comparación.

Producir ideas de productos que puedan contribuir a la disminución de la huella de carbono en la ciudad de Tunja.

Concienciar a la población de Tunja sobre la importancia de reducir al máximo nuestra huella de carbono

Analizar la oferta actual de productos o tecnología desarrollada para combatir las emisiones de Co2 provocadas por las fuentes de energía primaria

Sintetizar la oferta actual y las necesidades existentes en un producto que contribuya a la investigación.

Identificar las brechas y los desafíos que conlleva la creación de un producto que disminuya las emisiones de Co2 en Colombia.

Proponer soluciones y políticas públicas para hacer de Tunja una ciudad ambientalmente responsable.

Metodología

La presente investigación sigue un enfoque mixto de interpretación y análisis de datos, con el fin de demostrar la necesidad del proyecto, tanto por estudios e investigaciones realizadas por diversos científicos y otros importantes personajes que colaboran a la contextualización de este proyecto. La razón por la que se hace una interpretación de datos mixta se debe a que en el medio de la investigación se hace evidente la presencia tanto de datos cualitativos (los cuales muestran a detalle datos de manera interpretativa y subjetiva, utilizando técnicas como análisis temático, codificación o análisis de contenido, así mismo, este tipo de datos se ven expuestos en estudios realizados por científicos y académicos del área en cuestión) y cuantitativos, (que otorgan análisis estadísticos para interpretar datos numéricos. Además, buscan identificar relaciones y tendencias generales) Como resultado, se muestra a continuación el desglosado de la investigación realizada en el proyecto Innovación y cambio climático: Diseño de artefactos tecnológicos que informen a la ciudadanía sobre la calidad del aire de la ciudad de Tunja. No obstante, resulta de crucial importancia abordar el concepto de la que el portal de Iebs Scholl define como una metodología ágil de innovación centrada en el usuario, que consiste en integrar las necesidades de las personas y el uso de las nuevas tecnologías para encontrar las soluciones prácticas ante los problemas de las personas (IEBS School, 2023) , el Design Thinking. Dado que esta metodología ágil fue aplicada en sus diferentes etapas (empatizar, definir, idear, prototipar y probar) para la realización de la presente investigación.

Empatizar

La fase de empatía, paso inexorable al interior de la metodología ágil del Design Thinking, en ella el desarrollador del producto o servicio se pone en los zapatos de su Stake Holder, el cual influencia intrínsecamente el proceso de creación, y al interior del proceso de empatizar donde se emplean distintos mapas y plantillas para conectar con los consumidores finales y saber cuáles son sus necesidades.

Investigación de Usuario

El diseño de investigación adoptado en esta parte del estudio se enfoca en diseñar y realizar algún tipo de evaluación en el entorno humano, esto implica efectuar entrevistas, observaciones, encuestas y grupos focales para obtener información sobre las expectativas, sentimientos y percepciones del consumidor final, orientado a los esfuerzos por conocer la perspectiva del tunjano promedio se diseñó una encuesta que contribuyera a la construcción del producto final. Consultar sobre la importancia del proyecto, el conocimiento de la ciudadanía y por supuesto preocupación por la calidad del aire en la ciudad se convierte en materia prima la cual requiere de una atención especial y al ojo del investigador se transforma en un punto neurálgico para tomar las decisiones respectivas en tanto al desarrollo de este.

Mapa de empatía

Como recurso para estructurar la información recolectada son fundamentales, Este tipo de mapas ayudan en demasía a comprender lo que el consumidor final piensa, siente, ve, oye, dice y hace, permitiendo una visión completa de la experiencia, adicional, esta clase de ejercicios facilitan la detección de problemas no evidentes la profundización en las necesidades del usuario desde distintos ángulos. Puesto en los esfuerzos que se realizan al interior del desarrollo, con el objetivo de identificar el público o consumidor objetivo se

diseña un consumidor hipotético con el cual se busca empatizar por medio de la personalidad del mismo, allí, se definen aspectos en tanto a que tan introvertido o extrovertido es, si es más analítico o más creativo, que tan ocupado o tiempo libre tiene, que tan organizado o desordenado es, si prefiere trabajar en equipo o si se considera más independiente y por ultimo que tan arriesgado es a la hora de abordar decisiones personales, este user persona se explicará más afondo en el siguiente subtitulo con el objetivo de contextualizar dicha representación semi-ficticia del consumidor basada en datos reales y características del mismo.

Personas o Perfiles de Usuario

Como continuación de la construcción del mecanismo de recolección de información por parte de los posibles usuarios se hace mención en el subtítulo inmediatamente interior del usuario semi-ficticio, este usuario (que se diseña con el único objetivo de tener claro a qué clase de personas se les aplicarán los métodos de evaluación como las encuestas) al cual se le ha designado el nombre de José Pérez, José es un funcionario de la gobernación de Boyacá, su familia siempre ha vivido en la ciudad de Tunja y se educó en instituciones de la ciudad de Tunja como el Colegio de Boyacá y la Universidad Santo Tomás. El día a día de José gira en torno a llevar al trabajo a su esposa y al colegio a su hijo, frecuenta el centro de la ciudad de Tunja dado la ubicación de su lugar de trabajo y siente que su salud se ve afectada por la mala calidad del aire en horas pico, es por ello que debe optar por el uso de bufandas o tapabocas. Así mismo se realiza el diseño de una muestra en la que se diseña una guía de los intereses, influencias, deseos, necesidades y expectativas, motivaciones y puntos de dolor o frustraciones de José nuestro usuario ficticio, allí se muestra el mismo.

Intereses.

- Fútbol.
- Películas de acción.

- Política.

Influencias.

- Desde pequeño jugaba con sus primos en la cancha del barrio al futbol, es por esto por lo que el futbol es una de las grandes pasiones de José.
- Desde que José es padre busca siempre aprender sobre cómo cuidar su hijo desde todos los puntos de vista, pero especialmente de su salud, dado que su hijo sufre por el clima de la ciudad.
- José es un hombre al que siempre le ha gustado reunirse en familia, no es necesario esperar alguna fecha en especial para convocar a su familia y compartir un almuerzo o algo en especial.

Deseos.

- Ser reconocido en su trabajo, con el objetivo de obtener un mejor lugar al interior de la organización y cumplir sus objetivos profesionales.
- Ahorra el suficiente dinero en conjunto con su esposa para adquirir una casa nueva.
- Aportar a su hijo educación de la mejor calidad, para José es de vital importancia que su hijo reciba los conocimientos necesarios para ser una persona educada y exitosa.

Necesidades y Expectativas.

- Conocer lugares de Colombia y el mundo con su familia.
- Tener una economía familiar sólida.
- Obtener una jubilación con la que pueda disfrutar su vejez en compañía de su esposa.

Motivaciones.

- Brindar a su hijo la mejor educación.
- Ser un profesional exitoso.
- Ser un padre ejemplar.

Puntos de Dolor y Frustraciones.

- Brindar a su hijo la mejor educación.
- Contaminación tanto ambiental, sonora y visual en los lugares aledaños a su trabajo.
- Congestión vial cuando sale de su trabajo.
- En ocasiones la carga cognitiva de su trabajo provoca cansancio excesivo lo que provoca estrés.

Observación Contextual

Con el objetivo de comprender las necesidades y el comportamiento del tunjano promedio se realizó mediante estudios de observación directa el contexto en el marco de la realidad, para ello, se seleccionaron algunos puntos de interés clave dentro de la ciudad de Tunja, esto permitiría a la investigación dependiendo de la hora y factores como el clima el comportamiento de la ciudadanía, al seleccionar puntos neurálgicos de investigación geográficamente hablando como lo son la plaza de Bolívar en el centro de la ciudad, el centro comercial viva ubicado en la Av. universitaria al norte de la ciudad y el sector de los hongos al sur de la misma permiten obtener información acerca del comportamiento de la ciudadanía en momentos de evidente contaminación, ya sea por medio visual o percepción olfativa. En el transcurso de la investigación, se identificaron varios patrones importantes. En particular, en entornos urbanos de acceso público como lo pueden ser las estaciones de transporte o

coloquialmente llamados paraderos se evidencia un importante interés en la calidad del aire por parte de la ciudadanía, por medio de gestos como lo son ponerse bufandas o tapabocas con el objetivo de omitir los gases que emiten los vehículos de servicio público que cuentan con motores de combustión interna que operan con combustibles fósiles como el Diesel, este mismo patrón se manifiesta en sectores de la ciudad que cuentan con parques industriales y/o talleres, se demuestra de forma recurrente en el sur de la ciudad. Sin embargo, en áreas de esparcimiento como lo pueden ser parques públicos, centros y/o pasajes comerciales, centros deportivos, plazas y plazoletas entre otros, se evidencia un comportamiento distinto en aquellos ciudadanos que se encuentran en actividades deportivas, de ocio etc. el interés por estas actividades aparentemente reduce la intención de poner atención o realizar una evaluación del entorno, esta información compilada denota en algunos insights importantes que se analizarán en detalle en el próximo subtítulo.

Recopilación de insights

A partir de lo señalado anteriormente, se perciben algunas condiciones restrictivas. En Colombia, aproximadamente el 39,5% de la población no tiene acceso a Internet, lo que significa que solo alrededor del 60,5% tiene conexión. Este acceso varía significativamente entre áreas urbanas y rurales, siendo más limitado en las zonas rurales, donde la conectividad es un desafío persistente (El Colombiano, 2023). En este sentido, elucidar estas barreras de acceso, tales como la ausencia de dispositivos móviles y más aún, la posibilidad de poseer un plan de internet móvil personal se convierte en un aspecto relevante al interior de la investigación, sin duda esto afecta la frecuencia, pero sobre todo la facilidad con que la ciudadanía tenga la posibilidad de consultar la calidad del aire en línea (¿Algún día?) en la ciudad de Tunja. Así mismo, un elemento tácito pero inexorable en el análisis contextual y que enriquece a la investigación es el elemento de la seguridad, pues la situación de seguridad

y delincuencia en la capital boyacense ha generado preocupaciones significativas en la comunidad. Según diversas fuentes, como el diario Boyacá radio, el 51.6% de los habitantes no se sienten seguros caminando solos por sus barrios durante la noche. Además, solo el 8.8% de los tunjanos se sienten seguros o muy seguros en esos horarios (Boyacá Radio, 2023). Esto, en conjunto con la valoración que se realiza del comportamiento de la ciudadanía de cara a la calidad del aire en la misma, abre un abanico de posibilidades para remediar y/o atender la problemática en cuestión, estos importantes descubrimientos sugieren que la solución a esta complicación que se aloja perentoriamente en el día a día del ciudadano se puede alojar en el diseño e implementación de determinada interfaz mixta (física y digital) que asista al consumidor final en instantes de una nociva calidad del aire.

Definir

En el panorama urbano, es imprescindible contar con una calidad del aire que garantice el bienestar de la ciudadanía, en este caso, el de la capital boyacense, de forma ostensible se evidencia que una calidad deficiente del mismo abre las puertas a posibles virus, enfermedades respiratorias, lo cual deviene en problemáticas de salud pública, lo cual en demasía afecta directamente al sistema de salud de la ciudad en particular, así mismo, la ausencia de información veraz que notifique al ciudadano de a pie sobre la calidad del aire es concomitante con la complicación en la salud de la población, a continuación se revela el núcleo del problema y las causas del mismo desglosado en 4 cortos capítulos titulados Industria verde en el concreto urbano, respirando peligro, la infinita neblina y el precio del progreso.

Problema Central

Tomando como punto de partida este análisis, se sostiene la siguiente declaración de problema: “La población de la capital boyacense cuenta con ineficiencia de acceso a información veraz, de fácil interpretación y en tiempo real sobre la calidad del aire en las áreas de acceso público por las que circula. lo que circunscribe su capacidad de tomar decisiones que sopesen su salud y bienestar”.

Análisis de Datos y Retos

Con el ánimo de atender esta problemática a priori, se sugieren algunas preguntas que fijan puntos neurálgicos que guiarán la etapa de ideación:

¿Qué clase de producto o servicio puede tener la capacidad tacita de ilustrar a la ciudadanía sobre la calidad del aire sin soslayar su edad, estrato socio económico y conocimiento de operación de interfaces tanto físicas como digitales?

¿Qué áreas de acceso público en la ciudad de Tunja requieren de forma perentoria la instalación de una interfaz (digital, física, mixta) que ponga en conocimiento a la ciudadanía en tiempo real de la calidad del aire?

¿Bajo qué enfoque el diseño de interacción puede neutralizar las barreras de acceso a información fehaciente con los que cuenta un porcentaje importante de la población de la capital boyacense?

Industria Verde en el Concreto Urbano; la Agricultura que Rodea la Ciudad

El científico y profesor emérito de la universidad de Manitoba, en Canadá. Vaclav Smil, sostiene en su libro titulado “Cómo funciona el mundo” que La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) calcula el porcentaje de personas afectadas de malnutrición en el mundo pasó del 65 por ciento en 1950 al 25 por ciento en 1970, y alrededor del 15 por ciento en el año 2000 (Smil, 2023, p. 59), entre otras razones por los avances en la generación de estrategias para

aumentar la capacidad de producción en los campos, dado que invenciones como la síntesis de amoníaco el cual es un proceso y método químico que es particularmente importante en la industria dado que el amoníaco es un componente clave para la fabricación de fertilizantes, lo cuales han permitido que las sociedades modernas creen completas cadenas de suministro de alimentos que garantizan la seguridad alimentaria, sobre todo en las naciones sub y desarrolladas, puesto el foco en la zona que nos compete, el departamento de Boyacá y más exactamente en la ciudad de Tunja, este acontecimiento se evidencia en algunos productos que son cultivados y por supuesto cosechados en fincas aledañas a la ciudad de Tunja como lo son la papá y la cebolla, productos como la papa participa con el 3.3% en el PIB agropecuario de Colombia, así mismo, el 95% de los productores de papa en Colombia siembran menos de 3 hectáreas y el 80% menos de una hectárea (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019). Como se mencionó con anterioridad, para la garantía de la seguridad alimentaria los productores de esta clase de alimentos deben hacer uso de fertilizantes los cuales están compuestos por amoníaco (NH_3), nitrógeno (N_2) e hidrógeno (H_2), y que por supuesto contribuyen a la contaminación de la biosfera. En elementos como él (NH_3) cuando el amoníaco se encuentra en la atmósfera, puede reaccionar con otros contaminantes como los óxidos de azufre y de nitrógeno, formando partículas finas de sales amoniacaes. Estas partículas, conocidas como PM2.5 (partículas de 2.5 micrómetros o menos), son especialmente peligrosas, ya que pueden penetrar en los pulmones y agravar problemas respiratorios y cardiovasculares (U.S. EPA, 2023) (Zhang, 2022). Desde luego, Tunja como ciudad capital es una de las capitales en Colombia que tiene uno de los menores aportes en la huella de carbono que registra la nación, dado que su población y su aporte industrial es menor tanto poblacional como infra estructuralmente hablando. Puede que este no sea uno de los factores que más contribuya con la huella de carbono que produce Tunja como capital, pero no se deben soslayar estos efectos producidos, que, en el tiempo, han demostrado ser plausibles.

Respirando peligro; Acerca de los Riesgos en el Aire y sus Consecuencias para la Salud

La mayoría de las personas no tienen problema alguno en emprender, a diario y de forma repetida, actividades que aumentan temporalmente su riesgo en una cuantía significativa: cientos de millones de individuos conducen cada día (y a muchos de ellos, al parecer, les gusta); y los fumadores, que son todavía más numerosos, toleran un riesgo mayor: en los países prósperos, décadas de formación han reducido su cifra, pero en el mundo aún hay más de mil millones (Borlaug, 2018). En este sentido, se valora a priori la contribución de los efectos negativos de acciones como fumar, tanto en la salud de la sociedad y como esto genera pérdidas de vidas y costos para los sistemas de salud, como en los efectos negativos que el mismo produce en la biosfera. Aun cuando el cigarrillo es ordenes de magnitud menos contaminante que otros actores que tienen una huella de carbono más grande, aproximadamente el 5.6% de la población adulta fuma (Infobae, 2022). el impacto del humo de tabaco sigue teniendo efectos ambientales y de salud que pueden tener un aporte inexorable. En tanto que gracias a las partículas emitidas por los compuestos de Óxidos de nitrógeno (NOx), que aportan smog y al ozono troposférico y algunos otros metales pesados como pueden ser cadmio, plomo y níquel que se expanden en la biosfera y pueden aglomerarse en el suelo y cuerpos de agua, siendo tóxicos para los ecosistemas que se encuentran en la ciudad de Tunja, los esfuerzos por librar completamente a la sociedad de riesgos como este es pedir lo imposible, pero la generación de estrategias por minimizar los riesgos debe seguir siendo uno de los propósitos de la especie humana.

La infinita neblina; como el tráfico contamina nuestro entorno

En el año 24 del siglo XXI la polución en las grandes urbes es un elemento más que ostensible, en Colombia, ciudades como Bogotá y Medellín cuentan con estaciones que realizan un continuo estudio de la calidad del aire, estas mismas ciudades se han encargado de esquematizar estrategias que contribuyan a la neutralización temporal de las emisiones que

el parque automotor emite. Pero el impacto de estas emisiones antropogénicas solo se hizo significativo con el ritmo creciente de la industrialización (Smil, 2023, p. 215). Tunja, como ciudad capital en Colombia, no es ajena al impacto y estos efectos comienzan a tener una paulatina importancia, así mismo, el imaginario colectivo al interior de los entes gubernamentales comienza a ser de alarma, para la muestra un botón, se han realizado 2 jornadas de día sin carro y sin moto en la capital boyacense y son jornadas donde por un periodo de 12 horas los tunjanos no pueden circular con vehículos de combustión interna por el área metropolitana. El CO₂ (Emitido sobre todo por la quema de combustibles fósiles; otra gran aportación es la deforestación) es responsable de alrededor del 75 por ciento del efecto invernadero, el CH₄, de un 15 por ciento aproximadamente, y el resto es casi todo debido al N₂O (IPCC, 2014). Al desglosar el total del parque automotor con el que cuenta la ciudad de Tunja se evidencia la presencia de vehículos automotores de tipo buseta (que operan con motores de combustión interna y que tienen como combustible al Diesel o también llamado ACPM), Taxis (que el combustible de estos se reparte entre la gasolina y el también combustible fósil gas licuado que es distribuido por las mismas estaciones de servicio que comercializan la gasolina) y vehículos particulares los cuales se diseminan entre motos y automóviles. Al día de hoy las cifras que entregan algunos portales sobre el aporte que realizan los vehículos de transporte público en el segmento de buses urbanos estándar (que operan con Diesel) es ordenes de magnitud mayor a las cifras que devengan los vehículos particulares (que operan con gasolina extra y corriente), pues cuando un bus urbano emite alrededor de 900 gramos de CO₂ por kilómetro de operación, un vehículo de uso familiar es responsable de emitir alrededor de 190 gramos de CO₂ por kilómetro de operación. La concentración atmosférica de oxígeno no se ve afectada por los ligeros cambios en la temperatura a causa de los gases de efecto invernadero, pero ha estado disminuyendo debido a la principal causa antropogénica del calentamiento global: la quema de combustibles fósiles, que en tiempos recientes ha eliminado de la atmósfera unos 27.000 millones de

toneladas de oxígeno al año (The Global Carbon Budget, 2019). Esto, como un leve sosiego en cuanto a la promesa de que en la biosfera no habrá insuficiencia de oxígeno, pero ¿cuál será el precio que debe pagar la especie humana si se sigue prolongando la huella de carbón?

El precio del progreso; sobre las industrias y su huella ambiental urbana

La tendencia a largo plazo hacia la electrificación de las sociedades (incremento de la cuota de combustibles convertidos en electricidad con respecto a su consumo directo) es inequívoca (Smil, 2023, p.47). La historia del departamento de la papa en Colombia no solo debe su PIB (producto interno bruto) al cultivo, cosecha y por supuesto comercialización del reconocido tubérculo, sino también a otras actividades comerciales, las cuales son fuente de ingresos para miles de familias en la región, actividades comerciales tales como la producción y comercialización de cemento, acero, carbón y ladrillos. esta última hace presencia en poblaciones aledañas a la capital boyacense como Chivata y Samacá, las cuales producen un efecto concomitante a la ya existente huella producida por los factores mencionados en los subtítulos anteriores. En este apartado se pretende evocar todos estos elementos que tienen en la mayoría de las ocasiones su uso final en las ciudades. Vaclav Smil, en su libro *Cómo funciona el mundo*, menciona que la civilización moderna debe sus avances tecnológicos y de infraestructura a 4 materiales fundamentales, estos vienen a ser el cemento, el acero, los plásticos y el amoníaco. Boyacá es productor masivo de los 2 primeros materiales mencionados y desde 2007, según Smil, la mayoría de la humanidad vive en ciudades que el hormigón ha hecho posible. Desde luego, los edificios urbanos contienen muchos otros materiales (Smil, 2023, p. 117). Basta con realizar comparaciones de fotografías en el lapso de una década para percatarse de los cambios que ha tenido el entorno de la ciudad de Tunja, edificaciones como el edificio InAltezza de 30 pisos de altura o la construcción de centros y pasajes comerciales como el centro comercial Viva y el pasaje

comercial, obras arquitectónicas y civiles que implicaron el uso de los materiales mencionados anteriormente y que tienen su producción en el mismo departamento, materiales que como en el caso del hormigón es responsable del 8 por ciento de emisiones de CO₂ que se emiten a la biosfera (World Economic Forum, 2023). Así mismo, el acero aun disponible que se produce en la reconocida compañía siderúrgica Acerías Paz del río lleva desde el año 1948 abasteciendo a un sin número de industrias a nivel nacional, desde la construcción hasta la fabricación de maquinaria y bienes de consumo, material que a nivel global realiza un aporte del 9 por ciento del total de emisiones CO₂ que se emiten a la biosfera (International Energy Agency [IEA], 2023). Se han desarrollado nuevas estrategias de reducción de la huella de carbono en la producción de dicho material como los hornos eléctricos de arco (que operan en su mayoría con electricidad mayoritariamente renovable), pero si se pretende conocer el costo ambiental de años de progreso en las urbes, basta con recorrer sus calles, pues todo lo que observemos habrá realizado un aporte loable al problema que la civilización moderna se enfrenta por estos días.

Conclusión

En razón de las evidencias presentadas, se hace imperativo considerar soluciones que sean concomitantes al diseño y la implementación de un producto que esté al servicio y ponga en conocimiento de la ciudadanía, no solo la importancia de progresar en la recuperación de la calidad del aire, sino de los efectos que produce lo que al día de hoy afecta los entornos urbanos y rurales, todo ello, a fin de neutralizar los efectos que se han producido por la producción de materiales, circulación de vehículos de combustión interna, y realización de macro obras de infraestructura, especialmente en lo que lleva del siglo XXI, esto en concordancia con los conocimientos recolectados gracias a reconocidas figuras en el mundo de la ciencia como Vaclav Smil, reafirman más las teorías de organizaciones como la ONU que el tiempo se agota, y como especie humana se debe tomar acción a fin de preservar la biosfera y los recursos que el planeta ha perdido en estos años de globalización mundial.

Idear

Con la interpretación clara del problema anteriormente contextualizado, la dirección de la investigación pone el rumbo en la etapa de ideación: el periodo idóneo para generar soluciones que desafíen en lo posible el statu quo y proponga a los consumidores finales una experiencia de usuario innovadora, el ciclo que se aborda a continuación otorga la posibilidad de convertir problemas en soluciones, construyendo la base de propuestas que no solo remedian, sino que incorporan propuestas de valor únicas.

Exploración de Ideas

Los grandes originales son grandes perezosos, pero no prescinden totalmente de planear. Posponen estratégicamente, progresando gradualmente, poniendo a prueba y refinando diversas posibilidades (Grant, 2017, p. 137). Puesto en el terreno de la investigación que se desarrolla, las ideas de generar un sin números de productos y servicios que en su mayoría de ocasiones carecen de una viabilidad per sé, no terminan siendo iniciativas desechables en su totalidad. El abanico de posibilidades que se pueden considerar cuando se tiene en consideración los conocimientos recolectados en la fase de empatizar es susceptible de proporcionar un aporte relevante, pues otorga un mayor control en la toma de decisiones debido a que son tomadas en base a las necesidades de nuestro consumidor final. Las investigadoras en innovación, Debra Meyerson y Maureen Scully han encontrado que, para tener éxito, los originales a menudo deben convertirse en radicales moderados. Creen en valores que se apartan de las tradiciones y en ideas que van contra la corriente (Grant, 2017, p. 165). Y bajo estos preceptos se busca una solución efectiva a la problemática en cuestión. El estado del arte que se encuentra en la actualidad está colmado por propuestas de toda

clase, al día de hoy, en su mayoría, en países donde el gobierno designa considerables rubros a la investigación y a la ciencia se ha permitido desarrollar interesantes propuestas en áreas como la energética, donde se han realizado estudios profundos para innovar en la forma como se genera la energía que consume la civilización moderna. Los reactores nucleares, la que al día de hoy sigue siendo la alternativa de generación de energía menos popular entre la especie humana, dado a los acontecimientos que según informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), dejaron aproximadamente 9.000 fallecidos en el episodio ocurrido en 1986, en la planta nuclear de Chernobyl, al norte de Ucrania y en el episodio que tuvo lugar el 11 de marzo de 2011 en la planta nuclear de Fukushima, el cual tiene una clasificación de 7 en la escala internacional de eventos nucleares, lo que lo convierte en el segundo accidente nuclear más grave en la historia, dicho esto, los esfuerzos que se han concentrado en diseñar fuentes de generación de energía que operen en pro a la salud de la biosfera y garanticen la seguridad de las poblaciones aledañas a la misma han incrementado en los últimos años, de igual forma ideas como materiales que absorben el CO₂ y baterías costo eficientes de fabricadas con ion de litio encaran la lista, y en este sentido se iniciará la ejecución de ideas mediante la evaluación de las mismas.

Lluvia de Ideas

Se muestra a continuación en base a lo recolectado anteriormente una serie de ideas, las cuales, se hace vital aclarar, no ponen en tela de juicio su viabilidad.

Idea #1: Diseño y prototipo de una interfaz integrada, la cual se dispondrá al ciudadano para informarlo sobre el estado de la calidad del aire en tiempo real.

Idea #2: Diseño y prototipo de estaciones que al detectar contaminación excesiva del entorno envíe alertas a los dispositivos móviles de la ciudadanía.

Idea #3: Creación de un material que absorba las emisiones de CO₂.

Idea #4: Filtros de aire que sean instalados en sitios neurálgicos de la ciudad, los cuales purifiquen el aire.

Evaluación y Filtrado de Ideas

Con el objetivo de idear un producto o servicio que comunique de manera efectiva los riesgos concomitantes a la mala calidad del aire, se evalúa su viabilidad mediante los siguientes parámetros.

Efectividad. La capacidad de la idea para comunicar claramente los riesgos asociados a la mala calidad del aire y las prácticas recomendadas para la protección de la salud.

Alcance. La posibilidad de implementar la idea en diversos espacios públicos para llegar a una mayor cantidad de personas.

Simplicidad y Accesibilidad. La facilidad con la que los ciudadanos podrán interactuar con la solución y comprender el mensaje.

Innovación. La creatividad de la idea para captar la atención del público y generar un cambio en la percepción y actitud hacia la calidad del aire.

Sostenibilidad. La viabilidad de mantener la solución a largo plazo sin afectar significativamente los recursos económicos y ambientales.

Evaluación Independiente. Se realiza a continuación, una evaluación de tipo cuantitativo, donde se busca una solución que devenga en localizar una solución viable y efectivo al problema, el cual será calificado en un margen de 1 a 10, donde 1 es menos viable y 10 más viable.

Idea	Posible solución	Efectividad	Alcance	Simplicidad y accesibilidad	Innovación	Sostenibilidad	Promedio total
------	------------------	-------------	---------	-----------------------------	------------	----------------	----------------

Idea #1	Diseño y prototipo de una interfaz integrada, la cual se dispondrá al ciudadano para informarlo sobre el estado de la calidad del aire en tiempo real.	8	7	9	4	7	7
Idea #2	Diseño y prototipo de estaciones que al detectar contaminación excesiva del entorno envíe alertas a los dispositivos móviles de la ciudadanía.	7	5	5	6	6	5,8
Idea #3	Creación de un material que absorba las emisiones de CO2	9	4	7	3	4	5,4
Idea #4	Filtros de aire que sean instalados en sitios neurálgicos de la ciudad, los cuales purifiquen el aire	5	5	6	4	3	5,2

Resultado Evaluación de Ideas

Los resultados obtenidos de este último análisis sopesan directamente las preguntas y los objetivos sugeridos a lo largo de esta investigación. Una de las lecciones éticas que los padres de familia más inculcan a sus hijos pequeños hace referencia a que si hace uso de algo, lo debe dejar como lo encontró, infortunadamente, las cifras y estadísticas que entregan los expertos que estudian la temperatura de la biosfera y el comportamiento de las emisiones (que la civilización moderna ha emitido especialmente posterior a la segunda revolución industrial en el siglo XIX) demuestran todo lo contrario. En correlación con los resultados de

las soluciones propuestas y anteriormente ponderadas, se inicia la ejecución del prototipo de una interfaz integrada que será propone la creación de una interfaz integrada, tanto física como virtual, destinada a informar al ciudadano tunjano sobre el estado de la calidad del aire en tiempo real. Esta interfaz se encontrará disponible en ubicaciones estratégicas (sur, centro y norte) de la ciudad, donde se identifique la necesidad de un dispositivo que facilite a los tunjanos el acceso a información actualizada sobre la calidad del aire. Mediante esta propuesta, se persigue no solo elevar la conciencia pública acerca de la calidad del aire, sino también fomentar prácticas que propicien la mejora del entorno urbano y la salud de la ciudadanía.

Prototipado

En el entorno del desarrollo de productos y servicios que se encarguen de informar sobre la calidad del aire en tiempo real, la etapa del desarrollo de prototipos cumple un papel crucial en la realización de y materialización de las visiones previamente desarrolladas. Durante esta etapa, se desarrollan prototipos que se caracterizan por su enfoque de experimentación en los modelos de baja y media fidelidad, y de confirmación de los elementos tanto gráficos como interactivos en el prototipo de alta fidelidad, se desglosa a continuación el desarrollo del mismo.

Objetivos y Retos

1. Realización arquitectura de la información.
2. Diseño de wireframes (alta, media y baja) fidelidad.
3. Diseño branding.
4. Evaluar la usabilidad y la experiencia de usuario.
5. Optimizar la funcionalidad y el diseño.
6. Simular escenarios de uso real.

Características

Como resultado de la evaluación de ideas, todos los esfuerzos se concentran en el diseño y prototipo de una interfaz integrada, la cual se dispondrá al ciudadano para informarlo sobre el estado de la calidad del aire en tiempo real. se le puede designar el nombre informal de quiosco, este se verá expuesto en una interfaz física, esta portara en su interior una pantalla de tipo táctil con la cual los usuarios tendrán la oportunidad de indagar información como la siguiente.

1. Cambio de idioma de la interfaz.
2. Información sobre la calidad del aire en el momento de la consulta.
3. Fecha y hora.
4. Cuidados de la salud.
5. Estado del aire en otros sectores de la ciudad.
6. Información sobre pico y placa en la ciudad.
7. Temperatura actual y pronóstico del clima.
8. Redes sociales autoridades locales.
9. Ubicación (GPS).

Interfaz Digital

El quiosco que se propone contará con un sensor de partículas de alta precisión que detecta niveles de PM2.5 (Partículas finas en el aire que tienen un diámetro de 2.5 micrómetros o menos) en tiempo real, esto garantiza análisis más precisos. Adicional, dentro a lo que la experiencia de usuario abarca, se pormenorizan las características anteriormente mencionadas.

Información Sobre la Calidad del Aire. Naturalmente este es el punto neurálgico y la razón por la que se desarrolla esta interfaz, el representar la forma como se muestra el

resultado sobre la calidad del aire, es un esfuerzo intrínseco en la creación de la experiencia de usuario. Por ello se propone mostrar información de tipo de cualitativa, esto mejora preeminentemente la interpretación por parte de los usuarios, dado que encontrarán los resultados en 3 categorías (deficiente, estándar y aceptable), el sensor mencionado anteriormente tiene la capacidad de detectar la presencia de gases de efecto invernadero como el nitrógeno (CH_4) por lo que mediante porcentajes se mostrará el discriminado del porcentaje de la presencia de ese gas en el momento, así mismo con el CO_2 . Como fuente de información la interfaz mostrará mediante tablas, el historial de la calidad del aire en un lapso de meses, semanas y días, como último aspecto a resaltar dentro de este apartado se hace referencia a un mapa con el que contará la interfaz, este mediante colores mostrará el estado del aire a nivel de toda la ciudad de Tunja.

Estado de la Calidad del Aire en Otras Zonas de la Ciudad. Dentro de las posibilidades que se sopesan en el proyecto, se evalúa la viabilidad de seleccionar otros sectores de la ciudad donde el producto sea de ayuda para las comunidades, puntualmente en Tunja se hace ostensible la presencia de 3 “sucursales” sí que quiere del quiosco (sur, centro y norte), esto en tanto que se beneficie a la comunidad para la consulta de la calidad del aire en esa zona que el usuario seleccione.

Cambio de Idioma de la Interfaz. con el objetivo de mejorar tanto la accesibilidad como la usabilidad del quiosco, se ofrece la opción de ver la interfaz digital en distintos lenguajes, esto permite que la interfaz sea accesible para personas provenientes otros países que visitan la ciudad de Tunja, esto otorga la posibilidad que el turista promedio conozca distintos puntos de interés en la ciudad gracias a la información que se brindará en el apartado de ubicación.

Ubicación (GPS). El usuario al adentrarse en este apartado de la interfaz se encontrará con opciones como la de encontrar puntos de interés (turísticos) en la ciudad de Tunja, dependiendo de su ubicación de indicaran cuales son los más cercanos, esto con el objetivo de incentivar el turismo de la ciudad y crear el imaginario entre los turistas de que la capital boyacense se destaca por la facilidad con la que se pueden conocer sus lugares más emblemáticos e importantes.

Cuidados de la Salud. Esta sección que se encuentra en el menú de opciones con la que los usuarios se encontrarán, busca generar conciencia de cara a las consecuencias que conlleva estar en espacios y entornos en los que la calidad del aire es deficiente. En ella, la ciudadanía tendrá la oportunidad de informarse sobre las enfermedades respiratorias a las que se expone si hace presencia en los espacios en los que hay una alta contaminación, así mismo, se dejará a disposición líneas de atención medica e información sobre los centros asistenciales con los que cuenta la capital boyacense.

Pico y Placa. Tanto la ciudadanía tunjana como los turistas tendrán la posibilidad de consultar información sobre el pico y placa en la ciudad. Allí podrán consultar aspectos importantes como los números que no pueden circular ese día, los horarios y zonas.

Clima. Una herramienta que pretende sumarse a las funciones mencionadas es la de consulta del pronóstico del clima de la ciudad, eso es concomitante a cuidados de la salud dado que debido a las variables condiciones climáticas con las que cuenta la ciudad, si se presenta esta información se pueden neutralizar los casos de enfermedades respiratorias, así mismo, se genera conciencia en el ciudadano para cuidar la salud de la población.

Redes Sociales. con el objetivo de que la ciudadanía tenga contacto con las autoridades locales, se propone el diseño de unos códigos QR que proporcionen canales de atención a la ciudadanía mediante las redes sociales de la alcaldía y las diferentes secretarías,

estos canales de atención será por medio de WhatsApp, Instagram y Facebook, que son las redes sociales más populares al día de hoy.

Interfaz Física

Los beneficios mencionados con anterioridad se unen a una interfaz física, para el diseño de la misma, se ha realizado la búsqueda de un proveedor de las mismas, en la investigación se encontró que al momento en Colombia se evidencia una falta de las compañías que puedan acoger esta necesidad. Algunos proveedores que se encuentran en otros países son los siguientes.

Elo Touch Solutions. Es una compañía reconocida mundialmente por el diseño y fabricación de soluciones de tecnología táctil, fue fundada en 1971 y dentro de su portafolio encontramos productos como monitores y sistemas de punto de venta (POS), así mismo pantallas interactivas y quioscos táctiles. Para los esfuerzos que se pretenden realizar para la construcción de un quiosco que informe a la ciudadanía tunjana sobre la calidad del aire puede ser un gran aliado dado que dicha empresa es reconocida por su enfoque en la durabilidad y versatilidad de sus productos.

Olea Kiosk. Esta compañía que se encontró en medio de la investigación tiene sus oficinas centrales en Estados Unidos, Olea se especializa en la creación de soluciones para diversas industrias, los quioscos que Olea tienen en su portafolio pueden incluir funciones tales como escáneres, sistemas de pago y facturación, por su innovación en el aspecto de la ergonomía y durabilidad puede ser una compañía para tener en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Resultados

El cúmulo en el planteamiento de una interfaz integrada nos muestra como fruto un quiosco el cual tendrá la capacidad de informar eficazmente a la ciudadanía sobre la calidad del aire en la ciudad de Tunja, así mismo, se expone la capacidad del diseño de interacción para solucionar problemáticas de interés comunitario.

Implementación y pruebas

Con el objetivo de comprobar la correcta funcionalidad de los elementos puestos tanto en la interfaz digital como física, se hace perentorio la selección de alguna estrategia que permita evaluar su correcto funcionamiento, dentro de las clases de evaluación heurística, nos encontramos a los principios heurísticos de Jacob Nielsen, desarrollados en colaboración con Rolf Molich en 1990 (Hiberus, 2023). Estos principios heurísticos de Jacob Nielsen realizan una completa evaluación de distintos componentes, entre los cuales están.

Visibilidad del Estado del Sistema. ¿El usuario sabe qué está pasando? El sistema SIEMPRE debe informar al usuario de lo que está haciendo, es decir, proveer feedback en un tiempo razonable. Se revisan elementos como que se vea dónde se encuentra (títulos, migas de pan...), si es un listado de enlaces, cuáles han sido visitados, si hay un progreso en marcha que comunique su estado (por ejemplo, en una máquina de café, que te diga si ya está disponible para cogerlo...) o cuántos pasos faltan por terminar (por ejemplo, en un carrito de la compra) (Hiberus, 2023).

Conexión Entre el Sistema y el Mundo Real. El sistema y el usuario tienen que hablar en el mismo idioma, siguiendo las convenciones del entorno del usuario (Hiberus, 2023).

Uso y Control del Usuario. Las personas no son perfectas, por lo que frecuentemente es normal que realicen acciones por error y necesitan tener una acción de “deshacer” y “rehacer”. Tener sensación de control y no tener miedo de efectuar acciones y probar cosas nuevas, es de vital importancia para que la persona interactúe y aprenda por sí misma (Hiberus, 2023).

Consistencia y Estándares. Es muy importante tener consistencia a lo largo de todo el sistema y no ir variando los elementos y su funcionamiento en cada pantalla. Así mismo es importante validar con las herramientas que ofrecen sitios como W3C para HTML y CSS (Hiberus, 2023).

Prevención de Errores. Lo ideal es que nunca haya errores, con instrucciones claras de que se debe hacer en cada pantalla, sistemas de ayuda... Si se pueden validar los errores antes de enviar la acción, como la validación en línea de un formulario mucho mejor (Hiberus, 2023).

Reconocer Mejor que Recordar. El usuario dispone de poca memoria a corto plazo, por lo que minimiza el uso de su memoria colocando las opciones a la vista o de fácil acceso. Es mucho más fácil que reconozca algo a que lo recuerde estando muy ligado al punto 4 de Consistencia y estándares (Hiberus, 2023).

Uso Eficiente y Flexibilidad. El diseño debe servir tanto para usuarios inexpertos como expertos (Hiberus, 2023).

Diseño Practico y Minimalista. No todas las acciones pueden estar a la vista, ya que cada unidad de información reduce la visibilidad de la información que de verdad importa. Manejar correctamente las jerarquías visuales y el espacio en blanco (Hiberus, 2023).

Ayuda, Diagnóstico y Recuperación de Errores. En el caso de que haya una situación de error, el sistema debe indicar al usuario que ha pasado y cómo resolverlo (Hiberus, 2023).

Ayuda y Documentación. Aunque el sistema es suficientemente usable y no es necesario ninguna documentación, siempre habrá usuarios que puedan necesitarla. Por ello es importante verificar que el sistema ofrezca ayuda relevante al contexto del usuario, cajas de búsqueda, FAQs... (Hiberus, 2023).

En concomitancia con los principios previamente expuestos se realiza el diseño de ocho preguntas que confirmen la aplicación de dichos principios heurísticos.

1. ¿El sistema ofrece a los usuarios información sobre lo que ocurre en la interfaz?
2. ¿El sistema hace uso de palabras, conceptos y convenciones familiares para los usuarios en un orden natural?
3. ¿En caso de que el usuario cometa algún error, el sistema le permite corregirlo con facilidad?
4. ¿El sistema evita que ocurran problemas o cuenta con callejones sin salida?
5. ¿El diseño es minimalista y no muestra información irrelevante o innecesaria?
6. ¿Aspectos como palabras, colores y acciones son consistentes en el diseño?
7. ¿El diseño es flexible y eficiente, mediante diferentes niveles de experiencia como atajos, herramientas y acciones frecuentes?

8. ¿Las opciones, objetos y acciones minimizan la carga de memoria de los usuarios para facilitar las acciones?

Desarrollo de Escenarios de Uso

Concomitante al desarrollo tanto de la interfaz digital como física, se realiza un estudio en la ciudad de Tunja el cual permita determinar en qué zonas de la ciudad de hace intrínsecamente necesario la presencia de un quiosco que informe a la comunidad sobre la calidad del aire en tiempo real. Para realizar este estudio, se evaluándonos los aspectos como los siguientes.

1. Flujo de personas en un tiempo específico.
2. Garantía de seguridad por parte de las autoridades.
3. Flujo vehicular.
4. Servicio de energía eléctrica y conectividad a internet.

Resultados

Realizando un análisis ciento por ciento visual de en variadas zonas de la ciudad de Tunja, se evidenció que diferentes sectores de la misma cumplen con los puntos mencionados anteriormente y son aptas para la incorporación de un quiosco que evalúe la calidad del aire.

LUGAR	ZONA	DIRECCIÓN	PRIORIDAD
Plaza de Bolívar	Centro	Calle 20 - Carrera 9	Alta
Centro comercial Viva	Norte	Avenida Universitaria # 48-15	Media
Centro comercial Florida Shopping Center	Sur	Cl. 1 A Sur #11-35	Baja

Terminal de transporte Juana Velazco de Gallo	Oriente	Avenida Circunvalar # 18 – 221	Media
---	---------	--------------------------------	-------

Resultados

Se realiza una estimación a priori de los impactos de la implementación de los quioscos dado que al momento de la redacción de este documento la fase de desarrollo del producto final se encuentra en su etapa de prototipado. A continuación, mediante unos resultados basados en impacto social y tecnológico se señalan los resultados esperados del proyecto.

Precisión de Información Recolectada

Se espera que la precisión de los sensores que miden la calidad del aire y que se encuentran incorporados en la interfaz física, tenga una precisión de por encima del 95 por ciento, así mismo, se cuenta con que los sensores estén proporcionando a la ciudadanía información actualizada, con ello, se pretende realizar evaluación de la calidad del aire en un lapso de 15 minutos, con lo que se busca generar confiabilidad para la ciudadanía.

Impacto en la Salud Pública

Se hace imprescindible realizar una aproximación de este impacto de forma paulatina, de manera que en la medida que los quioscos se den a conocer en la ciudad, se aumente el impacto, se realiza la estimación de un impacto de 45 por ciento en la reducción de enfermadles de tipo respiratorias tras pasar un año de la instalación de los mismos, por consiguiente, este resultado se verá reflejado en la tasa de consultas que realiza la ciudadanía en centros asistenciales de la capital boyacense.

Retroalimentación de la Ciudadanía

El resultado esperado en este aspecto es que la ciudadanía tunjana se sienta respaldada con la información verificada y actualizada sobre la calidad del aire, con ello, se busca un feedback por encima del 85 por ciento, se busca que se destaque la facilidad de uso de la interfaz y la claridad de los datos que se muestran en la misma.

Conclusiones

A lo largo de esta investigación se desarrolló una interfaz mixta la cual busca generar conciencia en una comunidad particular sobre la importancia y las consecuencias de la calidad del aire en las urbes, dicha solución propuesta buscó cumplir con los objetivos de innovar en el área de desarrollo de productos que contribuyan a neutralizar la huella de carbono producida por la civilización moderna, la recopilación de información permitió el aprendizaje a un estudiante de educación superior sobre temas en materia de sostenibilidad, transición energética, cambio climático antropogénico. Los hallazgos recolectados muestran que cada día el planeta se encuentra en decadencia de su salud, dado que la globalización industrial que viven por estos días los 8 mil millones de seres humanos que pueblan el globo terráqueo, es responsable de un porcentaje importante de las emisiones que se emiten a la biosfera de gases como el CO₂, CH₄ y otros gases mencionados anteriormente. Los resultados de esta investigación pueden ser de gran contribución al conocimiento de distintas áreas e industrias sostenibles, así mismo, al conocimiento en el área de la educación al ofrecer evidencia de productos que miden la calidad del aire en tiempo real. No deja de ser imperativo la realización e implementación de más investigaciones que se enfoquen en enriquecer los conocimientos con los que la sociedad cuenta actualmente en materia de sostenibilidad y medio ambiente, abriendo el abanico a nuevas posibilidades que se pueden ver reflejadas en productos y servicios innovadores. Desde luego la inversión de los entes gubernamentales en materia de ciencia y tecnología se hace imprescindible para la obtención de equipos y profesionales capacitados en esta área de la educación. Por lo tanto, desde este

documento de índole académico, se hace la invitación a usted como lector, que no deje de ilustrarse en asuntos de sostenibilidad, globalización, cambio climático, combustibles fósiles, y lo más importante, en innovación. Usted como parte de los 8 mil millones de seres humanos que habitan este planeta, con su menor consumo de alimentos cárnicos, puede contribuir a la disminución de emisiones de gas metano (CH₄), de igual forma, puede contribuir al circular menos tiempo en vehículos que operen con combustibles fósiles como la gasolina y el Diesel, puede contribuir si apaga las luces que no está utilizando en los espacios que se encuentra, existe un sin número de vías de cooperación al planeta, como también un sin número de consecuencias si la civilización moderna no actúa ahora.

Referencias

National Research Council. (2020). Limiting the Magnitude of Climate Change. *The National Academies Press*, 202-205.

Rubin, E. (2023). Innovación y cambio climático. *BBVA Openmind*, 333-349.

Smil, V. (2023). *El futuro energético global: Reflexiones de Vaclav Smil*. Fundaciónn Innovaciòn Bankinter.

WWF (2023) Cómo la crisis climática podría afectar nuestro futuro.

CCPY (2023) Antecedentes históricos

Erika Torrado. (2021) Crisis ambiental en Colombia

Ministerio de ambiente de Colombia (2016) La contaminación atmosférica en Colombia

European Commission. (2023). *Consecuencias del cambio climático*. European Commission.

https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es

European Commission. (2023, octubre 12). *Consecuencias del cambio climático*. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es

European Commission. (2023, octubre 12). *Consecuencias del cambio climático*. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023, octubre 15). *Naciones Unidas y el cambio climático*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas.html>

UNFCCC. (s.f.). *Protocolo de Kioto*. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

UNFCCC. (s.f.). *¿Qué es el Acuerdo de París?* Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/es/most-requested/que-es-el-acuerdo-de-paris>

Castro, J. (2020). *El cambio climático antropogénico: Evidencia y consecuencias*. DivulgaMeteo. <https://www.divulgameteo.es/archivos/articulos/lecturas/CC-antropog%C3%A9nico-Castro.pdf>

IEBS School. (2023, octubre 12). *Design thinking y agile scrum: ¿Qué son y cómo pueden ayudarte?* IEBS School. <https://www.iebschool.com/blog/design-thinking-agile-scrum/>

El Colombiano. (2023, octubre 22). *¿Qué pasa con los hogares sin conexión, según el DANE?* El Colombiano. <https://www.elcolombiano.com/negocios/internet-colombia-que-pasa-con-los-hogares-sin-conexion-segun-el-dane-2023-EC22025122>

Boyacá Radio. (2023, octubre 23). *Gobierno de Boyacá avanza en la ejecución de proyectos viales en la región*. Boyacá Radio. <https://www.boyacaradio.com/noticia.php?id=42519>

Smil, V. (2023). *Cómo funciona el mundo: Una guía científica de nuestro pasado, presente y futuro / How the World Really Works*. Penguin Random House Grupo Editorial.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, marzo 31). *Cifras sectoriales* (Informe). <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/2019-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

U.S. Environmental Protection Agency. (2023). *Report on environmental impact and mitigation strategies* (Informe). U.S. Environmental Protection Agency. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?Lab=ORD&dirEntryID=44690

Zhang, L. (2022, octubre 12). *Scientists look for answers to questions about urban air pollution* [Artículo en línea]. Chemical & Engineering News. <https://cen.acs.org/environment/atmospheric-chemistry/Scientists-look-answer-questions-urban/100/i41>

Borlaug, N. (2018). *Borlaug lecture* [PDF]. Nobel Prize. <https://assets.nobelprize.org/uploads/2018/06/borlaug-lecture.pdf>

Infobae. (2022, junio 13). *Colombia registró un millón de fumadores menos en los últimos 5 años: estudio*. Infobae. <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/06/13/colombia-registro-un-millon-de-fumadores-menos-en-los-ultimos-5-anos-estudio/>

Smil, V. (2023). *Cómo funciona el mundo: Una guía científica de nuestro pasado, presente y futuro / How the World Really Works*. Penguin Random House Grupo Editorial.

IPCC, Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups 1, 2 and 3 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Ginebra, IPCC, 2014.

En 2019, la quema de combustibles fósiles liberó casi 37 Gt de CO₂, cuya generación requirió cerca de 27 Gt de oxígeno: Global carbon Project, The global Carbon Budget 2019.

Smil, V. (2023). *Cómo funciona el mundo: Una guía científica de nuestro pasado, presente y futuro / How the World Really Works*. Penguin Random House Grupo Editorial.

Smil, V. (2023). *Cómo funciona el mundo: Una guía científica de nuestro pasado, presente y futuro / How the World Really Works*. Penguin Random House Grupo Editorial.

World Economic Forum. (2023, noviembre 20). *Near-zero cement and concrete could help reach net-zero emissions*. World Economic

International Energy Agency. (2023, mayo). *Iron and steel technology roadmap* [Informe].

International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

Grant, A. M. (2017). *Originales: Cómo los inconformes mueven el mundo*.

Grant, A. M. (2017). *Originales: Cómo los inconformes mueven el mundo*.

Hiberus. (2023, octubre 25). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web*.

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, octubre 10). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web*.

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, octubre 9). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, octubre 6). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, septiembre 28). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, octubre 3). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, octubre 2). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, octubre 4). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, septiembre 29). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, septiembre 29). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web.*

Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Hiberus. (2023, septiembre 25). *Análisis heurístico para UX: Evalúa la usabilidad de tu web*. Hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>

Apéndice

Apéndice A: Encuesta realizada a la ciudadanía

Formulario de encuesta

1. ¿Considera pertinente el diseño de una pantalla o quiosco digital el cual le permita consultar la calidad del aire en vivo?
 - Sí
 - No
 - No estoy seguro/a
2. ¿Para usted es importante saber cuál es la calidad del aire en el entorno donde se encuentra?
 - Muy importante
 - Algo importante
 - Poco importante
3. Como Tunjano, Si contara con la presencia de una pantalla la cual le informe sobre la calidad del aire ¿La utilizaría?
 - Sí
 - No

4. ¿El detectar una mala calidad del aire en el entorno donde se encuentra representa un factor determinante para la realización de sus actividades diarias?
- Sí
 - No
 - En ocasiones
5. Al contar con una pantalla que le permita conocer la calidad del aire ¿Qué clase de información cree usted que es prioritario que tenga? (Selecciona todas las que apliquen)
- Calidad del aire en tiempo real
 - Estado del tiempo (temperatura, humedad, previsión de lluvia)
 - Consejos para cuidar la salud en días de mala calidad del aire
 - Alertas de contaminación o emergencias ambientales
 - Información sobre actividades al aire libre (eventos, deportes)
6. Además de las opciones mencionadas anteriormente ¿Qué servicios le gustaría que tuviera el quiosco interactivo? (Seleccione las que considere)
- Información sobre transporte público
 - Noticias locales
 - Mapa GPS
 - Información sobre eventos en la ciudad
 - Pico y Placa
7. En términos de geolocalización ¿Dónde considera que se hace imperativa la presencia de uno de los quioscos?
- Plazas publicas
 - Escenarios deportivos
 - Centros comerciales
 - Estaciones de transporte público (terminal)

8. En caso de contar con un dispositivo móvil como un teléfono o un computador ¿Le gustaría recibir información sobre la calidad del aire en tal dispositivo?
- Sí, me gustaría tener acceso digital
 - No, prefiero solo la pantalla física
 - Ambas opciones serían útiles
9. En caso de ser afirmativa la respuesta anterior ¿Considera prioritario alertar al usuario en caso de que la calidad del aire empeore?
- Si, puede ser útil
 - No, prefiero consultar directamente a la pantalla
 -

Apéndice B: Resultados encuesta realizada a la ciudadanía

Pregunta #1

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
¿Considera pertinente el diseño de una pantalla o quiosco digital el cual le permita consultar la calidad del aire en vivo?	Sí	30	90.9%
¿Considera pertinente el diseño de una pantalla o quiosco digital el cual le permita consultar la calidad del aire en vivo?	No	0	0%
¿Considera pertinente el diseño de una pantalla o quiosco digital el cual le permita consultar la calidad del aire en vivo?	Me es irrelevante	3	9.1

Pregunta #2

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
¿Para usted es importante saber cuál es la calidad del aire en el entorno donde se encuentra?	Muy importante	22	66.7%
¿Para usted es importante saber cuál es la calidad del aire en el entorno donde se encuentra?	Algo importante	10	30.3%

¿Para usted es importante saber cuál es la calidad del aire en el entorno donde se encuentra?	Poco importante	1	3%
---	-----------------	---	----

Pregunta #3

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
Como Tunjano, Si contara con la presencia de una pantalla la cual le informe sobre la calidad del aire ¿La utilizaría?	Sí	30	90.9%
Como Tunjano, Si contara con la presencia de una pantalla la cual le informe sobre la calidad del aire ¿La utilizaría?	No	3	9.1%

Pregunta #4

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
¿El detectar una mala calidad del aire en el entorno donde se encuentra representa un factor determinante para la realización de sus actividades diarias?	Sí	26	78.8%
¿El detectar una mala calidad del aire en el entorno donde se encuentra representa un factor determinante para la realización de sus actividades diarias?	No	2	6.1%
¿El detectar una mala calidad del aire en el entorno donde se encuentra representa un factor determinante para la realización de sus actividades diarias?	En ocasiones	5	15.2%

Pregunta #5

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
Al contar con una pantalla que le permita conocer la calidad del aire ¿Qué clase de información cree usted que es prioritario que tenga? (Selecciona todas las que apliquen)	Calidad del aire en tiempo real	29	85.3%
Al contar con una pantalla que le permita conocer la calidad del aire ¿Qué clase de información cree usted que es prioritario	Estado del tiempo (temperatura, humedad, previsión de lluvia)	30	88.2%

que tenga? (Selecciona todas las que apliquen)			
Al contar con una pantalla que le permita conocer la calidad del aire ¿Qué clase de información cree usted que es prioritario que tenga? (Selecciona todas las que apliquen)	Consejos para cuidar la salud en días de mala calidad del aire	20	58.8%
Al contar con una pantalla que le permita conocer la calidad del aire ¿Qué clase de información cree usted que es prioritario que tenga? (Selecciona todas las que apliquen)	Alertas de contaminación o emergencias ambientales	24	70.6%
Al contar con una pantalla que le permita conocer la calidad del aire ¿Qué clase de información cree usted que es prioritario que tenga? (Selecciona todas las que apliquen)	Información sobre actividades al aire libre (eventos, deportes)	17	50%

Pregunta #6

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
Además de las opciones mencionadas anteriormente ¿Qué servicios le gustaría que tuviera el quiosco interactivo? (Seleccione las que considere)	Información sobre transporte publico	21	61.8%
Además de las opciones mencionadas anteriormente ¿Qué servicios le gustaría que tuviera el quiosco interactivo? (Seleccione las que considere)	Noticias locales	24	70.6%
Además de las opciones mencionadas anteriormente ¿Qué servicios le gustaría que tuviera el quiosco interactivo? (Seleccione las que considere)	Mapa GPS	21	61.8%
Además de las opciones mencionadas anteriormente ¿Qué servicios le gustaría que tuviera el quiosco interactivo? (Seleccione las que considere)	Información sobre eventos en la ciudad	21	61.8%
Además de las opciones mencionadas anteriormente ¿Qué servicios le gustaría que tuviera el quiosco interactivo? (Seleccione las que considere)	Pico y placa	27	79.4%

Pregunta #7

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
En términos de geolocalización ¿Dónde considera que se hace imperativa la presencia de uno de los quioscos?	Plazas publicas	17	51.5%
En términos de geolocalización ¿Dónde considera que se hace imperativa la presencia de uno de los quioscos?	Escenarios deportivos	2	6.1%
En términos de geolocalización ¿Dónde considera que se hace imperativa la presencia de uno de los quioscos?	Centros comerciales	7	21.2%
En términos de geolocalización ¿Dónde considera que se hace imperativa la presencia de uno de los quioscos?	Estaciones de transporte publico	7	21.2%

Pregunta #8

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
En caso de contar con un dispositivo móvil como un teléfono o un computador ¿Le gustaría recibir información sobre la calidad del aire en tal dispositivo?	Sí, me gustaría tener acceso digital	23	69.7%
En caso de contar con un dispositivo móvil como un teléfono o un computador ¿Le gustaría recibir información sobre la calidad del aire en tal dispositivo?	No, prefiero solo la pantalla física	2	6.1%
En caso de contar con un dispositivo móvil como un teléfono o un computador ¿Le gustaría recibir información sobre la calidad del aire en tal dispositivo?	Ambas opciones serían útiles	8	24.2%

Pregunta #9

Pregunta	Opción	Número de respuestas	Porcentaje (%)
----------	--------	----------------------	----------------

En caso de ser afirmativa la respuesta anterior ¿Considera prioritario alertar al usuario en caso de que la calidad del aire empeore?	Si, puede ser útil	30	90.9%
En caso de ser afirmativa la respuesta anterior ¿Considera prioritario alertar al usuario en caso de que la calidad del aire empeore?	No, prefiero consultar directamente a la pantalla	3	9.1%