Investigación sobre la viabilidad de aprendizaje automático como método para la mitigación de la deriva de entrada en mandos para PC

Autores:
José Julián Ojeda Bernal
José Luis Chiquillo Aldana
Andrés Felipe Barbosa Salamanca

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Bogotá, 2022

Investigación sobre la viabilidad de Aprendizaje automático como método para la mitigación de la deriva de entradas en Mando para PC

Autores:
José Julián Ojeda Bernal
José Luis Chiquillo Aldana
Andrés Felipe Barbosa Salamanca

Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO DE SISTEMAS

Director
Hernando Camargo Mila
Ingeniero de Sistemas
Especialista en Informática y Ciencias de la Computación

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Bogotá, 2022

Dedicatoria

Dedicó este proyecto a mi familia por el apoyo, a la universidad por darme la oportunidad de crecer y formarme como profesional dándome las bases para mi desarrollo intelectual, al igual a mis compañeros por la entrega y diciplina para llevar este proyecto.

Principalmente a Dios, por permitirme culminar este proyecto al lado de mis compañeros. Y a mis padres y hermano, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

Dedico este proyecto a mi hermana y a mi mama, quienes siempre me han apoyado y han estado ahí para mí; se lo dedico también a Tulio, Tequila y Simón, estén donde estén, espero poder enorgullecerlos. Sin mencionar a todos mis amigos de Venezuela; y finalmente a Yulia y “Via”, que han sido mi inspiración y motivación para haber llegado tan lejos como pude.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes y directores que han sido parte de nuestro camino universitario, por su trabajo, gestión y el tiempo que se nos otorgó, al igual a todos los que hicieron parte de nuestro aprendizaje transmitiéndonos todos los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Agradecemos a nuestros compañeros quienes se convirtieron en nuestros amigos, por su esfuerzo, apoyo, tiempo y perseverancia en el desarrollo de este trabajo, ante cada complicación, a pesar del desgano, se fijaron unas metas claras y se luchó para finalizar el proyecto.

CONTENIDO

1. PROBLEMA 11
1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO A INTERVENIR 11
1.2 ANÁLISIS DEL CONTEXTO DESDE EL MODELO BIOPSICOSOCIAL Y CULTURAL 12
1.3 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA 15
2. SOLUCIÓN DE INGENIERÍA 16
2.1 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS. 17
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN Y RESULTADOS ESPERADOS 17
2.3 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN DESDE EL MODELO BPSC 18
2.4 TABLA DE ENTREGABLES 20
2.5 VARIABLES POR MEDIR 21
2.6 METODOLOGÍA 21
2.6.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO 21
2.6.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 23
2.6.3 CRONOGRAMA 24
2.7 COMPONENTE ÉTICO 25
3. MARCO REFERENCIAL 26
3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE 26
3.1.1 CÓDIGOS DE CONTROL DE ERROR (ECCS) 26
3.1.2 REDES NEURONALES PARA RECONOCIMIENTO DE PATRONES 26
3.1.3 APRENDIZAJE AUTOMÁTICO 27
3.2 MARCO TEÓRICO 28
3.2.1 MANDO 28
3.2.2 APRENDIZAJE AUTOMATICO 29
3.2.3 METODOS DE APRENDIZAJE AUTOMATICO 29
3.2.4 ALGORITMOS USADOS EN EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO 30
4. DESARROLLO METODOLÓGICO 31
4.1 INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS 31
4.1.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES **¡Error! Marcador no definido.**
4.1.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES 32

4.1.3 DISEÑO DE ARTEFACTO 32
4.2 ARTEFACTOS DE CONTROL 37
4.2.1 BITÁCORA 39
4.2.2 TABLERO DE CONTROL 41
4.2.3 REFLEXIÓN PERIÓDICA 42
5. RESULTADOS 46
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS/ DISCUSIÓN 50
7. CONCLUSIONES 53
8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS 55
9. LECCIONES APRENDIDAS 57
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58
11. ANEXOS 60
11.1 ANEXO 1. Mando A usado con el aplicativo. 60
11.2 ANEXO 2. Mando B usado con el aplicativo. 60
11.3 ANEXO 3. Mando C usado con el aplicativo. 61
11.4 ANEXO 4. Mando D usado con el aplicativo. 61
11.5 ANEXO 5. Diagrama de secuencia. 62
11.6 ANEXO 6. Tabla de tiempos medidos. 63

Lista de figuras

Figura 1. Modelo BPSC problema. 14
Figura 2. Árbol del problema. 15
Figura 3. Solución. 19
Figura 4. EDT. 22
Figura 5. Diagrama de secuencia. 33
Figura 6. Diagrama de clases. 34
Figura 7. Diagrama de casos de uso. 35
Figura 8. Diagrama de contexto. 36
Figura 9. Mockups. 37
Figura 10. Tablero de control. 41
Figura 11. Evidencia en consola de detección de deriva con aprendizaje automático. 44
Figura 12. Aplicativo desarrollado. 44
Figura 13. Declaración de derivas. 45
Figura 14. Interfaz y deriva no detectada. 46
Figura 15. Interfaz y deriva detectada. 57

Lista de tablas

Tabla 1. Análisis del problema BPSC. 13
Tabla 2. Tabla de entregables. 20
Tabla 3. Cronograma. 24
Tabla 4. Requerimiento funcional #1. 31
Tabla 5. Requerimiento funcional #2. 31
Tabla 6. Requerimiento funcional #3. 31
Tabla 7. Requerimiento funcional #4. 32
Tabla 8. Requerimiento no funcional #1. 32
Tabla 9. Requerimiento no funcional #2. 32
Tabla 10. Requerimiento no funcional #3 32
Tabla 11. Casos de uso. 38
Tabla 12. Bitácora de incidencias. 40
Tabla 13. Reflexión periódica. 42
Tabla 14. Métricas de evaluación de WEKA. 45
Tabla 15. Comparación de métricas. 48

GLOSARIO

Aplicativo (applications): sistema o componentes de un sistema que puede ejecutarse para solventar un problema.

Aprendizaje automático (machine learning): Es una serie de algoritmos que se enfoca en el aprendizaje por medio de los datos, haciendo que un sistema se comporte artificialmente inteligente.

Automatización (automation): Se enfoca en usar la tecnología para realizar tareas con muy poca intervención humana, estos procesos se sistematizan al dejar sin operación las habilidades humanas para su funcionamiento.

Deriva (drift): Una acción errática que difiere de un sistema controlado por un usuario.

Periférico de entrada (input peripheral): Son todos aquellos dispositivos que, por medio de estos, introduce datos o información.

Plano cartesiano (Cartesian plane): Dos rectas numéricas perpendiculares, se dispone una vertical y una horizontal, en un punto llamado punto cero.

SCRUM: Metodología ágil, usada para proyectos de un corto tamaño, el cual se basa en una metodología cíclica.

RESUMEN

El problema de la investigación realizada se basa en las derivas de entrada de las palancas de control en mandos particularmente, y sí el aprendizaje automático puede o no ser una solución viable.

A pesar de que esto sería un problema más inclinado al lado de la electrónica, debido a que la deriva de entrada es un error del hardware y no del software; se consideró posible enfrentarse a este desde una perspectiva completamente digital, no física; ya que esto viene con sus propias ventajas. Para ello se creó un aplicativo intermediario que usando el aprendizaje automático determinaba si un mando sufría de alguna deriva de entrada y la corregirla, con ayuda de los datos de entrenamiento ingresados al aplicativo.

Se escogió usar aprendizaje automático para la solución a la problemática ya que es algo que no representa muchos gastos para poder usarse e implementarse. Bajo la metodología ágil de SCRUM, se logró obtener mejoras continuas y periódicas sobre el aplicativo que se quiso desarrollar, además de poder realizar pruebas sobre los diferentes algoritmos de aprendizaje automático que mejor detectaban y corregían las derivas de entrada. Con dicho aplicativo se logró identificar y corregir derivas de entrada en algunos mandos. Además de aclarar cuál es el mejor algoritmo de clasificación para la identificación de la deriva.

Principalmente las aplicaciones para la investigación realizada se basan en poder probar que el uso de aprendizaje automático es una posible la solución de derivas de entrada en mandos, lo cual puede implicar la posibilidad de aplicar esta solución en otros periféricos de computador que sean propensos a sufrir de deriva de entrada, haciendo que la vida útil del dispositivo pueda ser más larga.

Palabras clave: aprendizaje automático, deriva, entrada, corrección, mando, clasificación, identificación, palanca.

Abstract

The problem that the investigation revolves around is the input drift of gamepad's joystick, and whether or not machine learning is capable of being a viable solution to this problem.

Despite the fact that this problem is more inclined towards the field of electronics, due to hardware components being the cause behind input drift instead of software ones; it was considered possible to tackle the issue from a digital perspective rather than a physical one; since this comes with its own set of advantages. For that, an app was developed that used machine learning to determine if a gamepad was suffering from input drift and subsequently corrected said drift; this was all done based on previously supplied train data that powered the app.

Machine learning was considered as the possible solution to this problem due to its low cost of use and implementation in this specific case. Using the SCRUM methodology, it was possible to make periodic and constant improvements to the app that was being developed, on top of the opportunity to do tests to compare which algorithms were better at detecting and correcting the input drift. Said app was fully capable of detecting and correcting the problem in some tested gamepad, not to mention, the process of developing it made it clear which classification algorithm was the best for the job.

The main point of the app developed was to prove whether or not machine learning was a viable solution for the problem in question, which if true, could imply the possibility to apply this same kind of solution in other computer peripherals, which would further extend any devices lifespan.

Keywords: Machine Learning, drift, input, correction, joystick, classification, gamepad, identification.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de grado se fundamenta en la investigación de la deriva de entrada en mandos y cómo este problema se relaciona con la industria o a sí mismo con los usuarios de estos dispositivos, profundizando en el conocimiento y el proceso para llegar a interpretar el entorno y a sí mismo el artefacto afectado.

Partiendo del interés se realizó una investigación sobre la creación de una solución por medio de aprendizaje automático, desglosando la posibilidad de darle la habilidad de predecir y a sí mismo automatizar una corrección al problema.

Procediendo de los intereses planteados se generaron dos hipótesis, en donde se juzga la funcionalidad del aprendizaje automático en entornos de sistemas electrónicos. Si esta es una solución sustentable o aceptable con las medidas y requerimientos diligenciados en el transcurso del documento.

Concorde a esto el proyecto se efectuará bajo las normas éticas y morales que representa en el apartado de ética de este documento, dando como beneficiario a todo el que requiera e; artefacto.

1. PROBLEMA

Los dispositivos periféricos de entrada digitales son algo de lo que la gran mayoría de persona hacen uso en su vida cotidiana; desde ratones y teclados hasta detectores de huella o tabletas de dibujo, existen todo tipo de dispositivos periféricos que cumplen con una variedad de funciones, tanto en computadores, como en teléfonos y videoconsolas.

Sin embargo, los dispositivos periféricos digitales pueden fallar y transmitir información incorrecta, esto se denomina una “deriva” de entrada [1], cuya causa podría variar dependiendo del dispositivo y de cómo este funcione internamente.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO A INTERVENIR

Se determinó un contexto de impacto amplio, ya que el objetivo de investigación de la propuesta abarca un dispositivo de uso universal, debido a su uso en los dispositivos electrónicos y la importancia en dispositivos portátiles. Se pretende llegar a todas las personas con acceso o uso de dispositivos digitales periféricos de entrada, donde se detecte el uso de estos dispositivos con las falencias mencionadas ya de antemano en la introducción del problema.

Los hábitos de utilización y desecho constante de los dispositivos electrónicos llevan a sociedades y ecosistemas a decaer debido a la alta concentración de desechos de este tipo en el ambiente [3], y debido a la poca reutilización de estos mismos. Además, los grandes problemas que causan las imperfecciones de estos dispositivos en industrias de amplia producción donde se replica el mismo producto, distribuyéndolos al mercado en donde los usuarios denuncian el mal funcionamiento de los dispositivos [1] y la poca vida útil que estos tienen

En el marco de este proyecto se identifica que este fenómeno se presenta debido al poco conocimiento que se tienen sobre los riesgos de usar dispositivos con imperfecciones, tanto para la industria, como para el uso personal, y las posibles soluciones o métodos que se pueden emprender para la reparación de estas falencias, alargando la vida útil del dispositivo.

Aunque debido a la pandemia ocurrida en la época actual por covid-19 ha incrementado el uso de estos dispositivos [1], igualmente se requiere que aumente la cantidad de personas que busquen estas alternativas y que reemplacen el hábito ya mencionado de desecho de basura electrónica disminuyendo posibles problemas ambientales futuros.

1.2 ANÁLISIS DEL CONTEXTO DESDE EL MODELO BIOPSICOSOCIAL Y CULTURAL

Al llevar a cabo el respectivo análisis del problema y la necesidad a resolver bajo la perspectiva del modelo bio–psicosocial y culturales del entorno, se determinó la creencia de la población en la cultura del desecho a dispositivos con falencias generadas por el desgaste, error de fábrica o daño del mismo usuario, como el caso presentado por Marie-Paule Benassi, en donde se puede identificar una inconformidad en dispositivos especializados en el área de videojuegos, afirmando que debido a fallas en los dispositivos desde fábrica estos tienden a obligar a los consumidores a comprar nuevos mandos, después de un corto periodo de tiempo [1], y al acceder a los servicios de reparación fuera de la garantía tiende a ser muy costoso [2], lo cual genera un alta acumulación de dispositivos con falencias que serán parte de la cantidad de basura electrónica como menciona Anne Marie Green y Alex DeBellis [3].

Por otra parte, Se cree en la frustración del usuario al desgaste o error de dispositivos periféricos, deteriorando la experiencia del usuario en un entorno de entretenimiento [4][5]. Además, se cree en el desconocimiento de las posibles complicaciones que puede tener una falla en este tipo de dispositivos por desgaste o producción en el sector industrial o de salud y los costos que pueden llevar a causar [6].

Por último se cree que la corrección de errores en tecnologías actuales pueda mejorar la funcionalidad de procesos o sistemas ya implementados en campos industriales, salud, poblacional y además generar nuevas posibles funciones en estos productos como se puede ver en el documento de Anne Marie Green y Alex DeBellis, en el cual se incrementó el uso de páginas web y comunidades de reparación aumentando la cantidad de usuarios durante la pandemia y a sí mismo una concientización de la importancia de darle más vida útil a sus dispositivos [3].

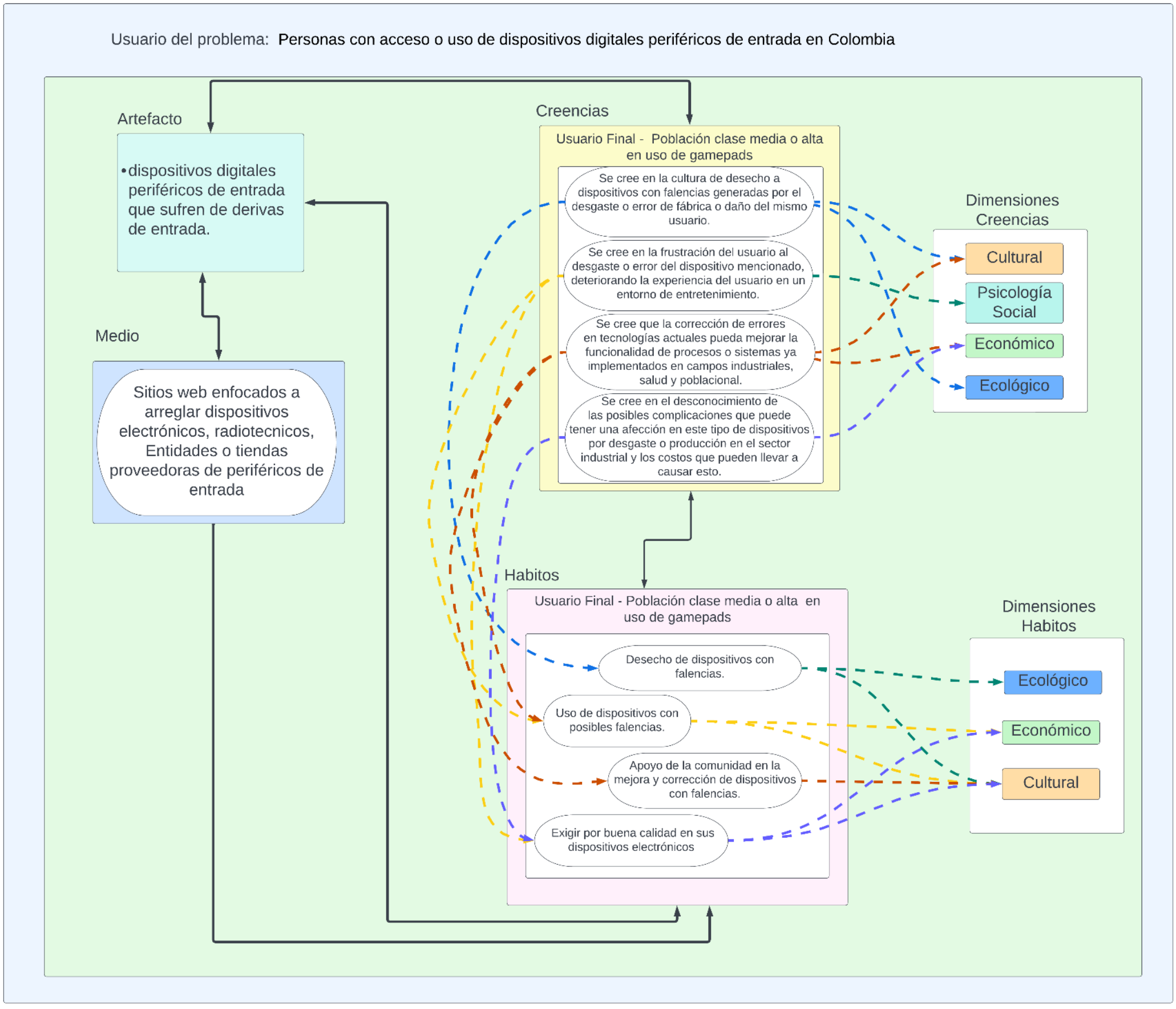
Estas creencias permitieron empatizar con el entorno al que se pretende afectar, reforzando la confiabilidad en los productos que implementan esta tecnología para solventar sus procesos, por ende, se iniciara este proceso mediante una adquisición de conocimiento, análisis por medio de los recursos que se tienen para delimitar el impacto y solventar la investigación planteada en este proyecto.

Tabla 1. Análisis del problema BPSC.

Actor	Artefacto	Medio	Creencias	Hábitos
Personas con acceso o uso de dispositivos digitales periféricos de entrada	Aplicativo (corrector de deriva de entrada)	- Usuarios con acceso a dispositivos electrónicos	1. Se cree en la cultura de desecho a dispositivos con falencias generadas por el desgaste o error de fábrica o daño del mismo usuario. 2. Se cree en la frustración del usuario al desgaste o error del dispositivo mencionado, deteriorando la experiencia del usuario en un entorno de entretenimiento. 3. Se cree en el desconocimiento de las posibles complicaciones que puede tener una falla en este tipo de dispositivos por desgaste o producción en el sector industrial y los costos que pueden llevar a causar esto. 4. Se cree que la corrección de errores en tecnologías actuales pueda mejorar la funcionalidad de procesos o sistemas ya implementados en campos industriales, salud y poblacional.	1. Desecho de dispositivos con falencias. 2. Uso de dispositivos con posibles falencias. 3. Uso de soluciones improvisadas con poca preparación. 4. Apoyo de la comunidad en la mejora y corrección de dispositivos con falencias. 5. Exigir por buena calidad en sus dispositivos electrónicos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Modelo BPSC problema.



Fuente: Elaboración propi

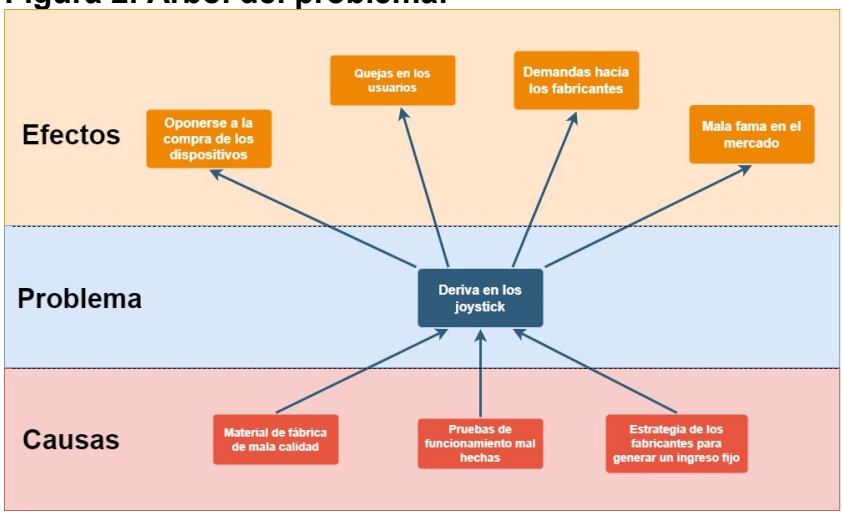
1.3 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Muchos dispositivos periféricos funcionan utilizando sensores para decodificar la información enviada cuando los usuarios interactúan con estos con estos, si la información transmitida por esta es incorrecta, es usualmente un problema con los sensores, es decir, es un problema del hardware del dispositivo [1]. Esto no es nada fuera de lo normal, todos los dispositivos electrónicos tienen un tiempo de vida esperado antes de que empiecen a fallar, dado que su hardware es un objeto físico el cual se degradará con el tiempo.

Con esto dicho, esta clase de errores también puede llegar a suceder por daños causados al dispositivo, errores de fábrica u “obsolescencia planeada” [1], lo cual hace que estos fallen a los pocos años, meses o días después de su adquisición.

Dependiendo del dispositivo afectado, el precio para arreglar sus fallas o comprar un reemplazo podría llegar a ser muy elevado, habiendo casos en donde esto simplemente no es una opción, por lo que encontrar una alternativa para mitigar estos problemas podría ser preferible, ya que esto permitirá aumentar el tiempo de vida útil de los dispositivos periféricos digitales, esto sería algo benéfico para la mayoría de la población, tanto la persona común que hace uso de sus teléfonos, consolas y computadores a los cuales se les pueden conectar mandos; como para las compañías que hacen uso de dispositivos de alto rendimiento más costosos, o hasta las mismas distribuidoras de los dispositivos, las cuales podrían enfrentar repercusiones legales [6][7] por parte de sus clientes debido a su “obsolescencia planeada”, en caso de no poder encontrar una solución a sus fallas de fabricación.

Figura 2. Árbol del problema.



Fuente: Elaboración propia.

2. SOLUCIÓN DE INGENIERÍA

Aprendizaje automático es una herramienta que soluciona el problema de la deriva de entrada. Es utilizada para la detección de patrones que ayudan a encontrar posibles errores en la información suministrada por el dispositivo periférico y prevenir que está entre en efecto.

Sin embargo, los mandos envían información al computador dependiendo de cómo uno interactúe con estos, en caso de que haya un error en la información enviada, es decir, se consideró que una deriva de entrada sería posible corregirla y detectarla haciendo uso del aprendizaje automático. Ya que son movimientos o acciones que el usuario no haría naturalmente por lo que es posible para un programa de este tipo distinguirlas y subsecuentemente corregirlas.

Por lo tanto, la problemática general es investigar y experimentar con aprendizaje automático sobre dispositivos digitales periféricos de bajo costo a los que tengamos acceso, para saber que tan eficaz y eficiente sea como solución para la deriva de entrada, y de no serlo, cómo optimizarlo, enfocándose principalmente en computadores para realizar este tipo de experimentos.

Hay que tener en cuenta que esta clase de solución estaría atacando solo el síntoma del problema como tal, debido a que sería una solución con base en software, pero el problema como tal es proveniente del hardware, sin embargo, existen varios ejemplos de esta clase de solución puesta en efecto [8][9].

2.1 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.

Objetivo general:

Demostrar que el Aprendizaje automático es una solución factible para contrarrestar las derivas de entrada, por medio de simulación de detección de patrones, para mandos que generan inconvenientes a los usuarios de PC, haciendo pruebas que varían de fabricante y tiempo de uso.

Objetivos específicos:

1. Analizar la documentación enfocada a la comunicación entre los mandos y la PC, para entender su funcionamiento y permitir obtener la información que se envía al PC.
2. Entrenar un modelo de aprendizaje a partir de la deriva de entrada en diferentes mandos para PC de acuerdo con el análisis anterior, para poder evaluar la efectividad de detección de aprendizaje automático en este contexto.
3. Desarrollar un aplicativo haciendo uso del modelo previamente mencionado que reconozca la deriva de entrada haciendo uso de un lenguaje de programación, para comprobar la velocidad de respuesta del algoritmo.
4. Comparar el desempeño de diferentes algoritmos de aprendizaje automático en el sistema para medir su viabilidad como una solución a la deriva de entrada.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN Y RESULTADOS ESPERADOS

El propósito es demostrar que el aprendizaje automático es una solución viable para contrarrestar las derivas de entrada para dispositivos digitales periféricos de entrada que generan inconvenientes a los usuarios de PC.

Por medio de los métodos de simulación de detección de patrones y la aplicación enfocada al usuario, se ilustrará a los usuarios de PC, un acercamiento a la solución que se implementará en múltiples mandos que se pueden encontrar en el mercado a disposición del usuario susceptible a este deterioro o daño. Probando la factibilidad del aprendizaje automático para solucionar este problema no solo en mandos, sino para los dispositivos digitales periféricos de entrada en general.

Por ende, la adquisición de un conocimiento sobre el funcionamiento de mandos con deriva de entrada será necesaria, ya que se desarrollará una funcionalidad que permita la identificación y corrección del problema, donde se utilizará un algoritmo de clasificación, aquí es donde entra el aprendizaje automático.

El elemento más importante es la calidad de la clasificación como tal, ya que en esto se basa su habilidad para detectar y corregir la deriva; aprendizaje automático se usará solamente para el componente de detección. Se va a determinar la competencia del artefacto por medio de una prueba en la cual se usarán diferentes mandos que posean deriva de entrada en una PC y a sí mismo aplicar el artefacto, el cual mitigará el error.

El artefacto a entregar será un aplicativo por el cual la información enviada por el mando será procesada para rectificar cualquier deriva de entrada, detectada por medio del algoritmo de clasificación. El cual se entrenará con datos proporcionados por el usuario, aplicando una simple corrección en caso de ser deriva. Dado que la forma en la que la deriva de entrada se manifiesta puede variar, el aplicativo que debe ser capaz de ser entrenado para cada mando que lo utilice.

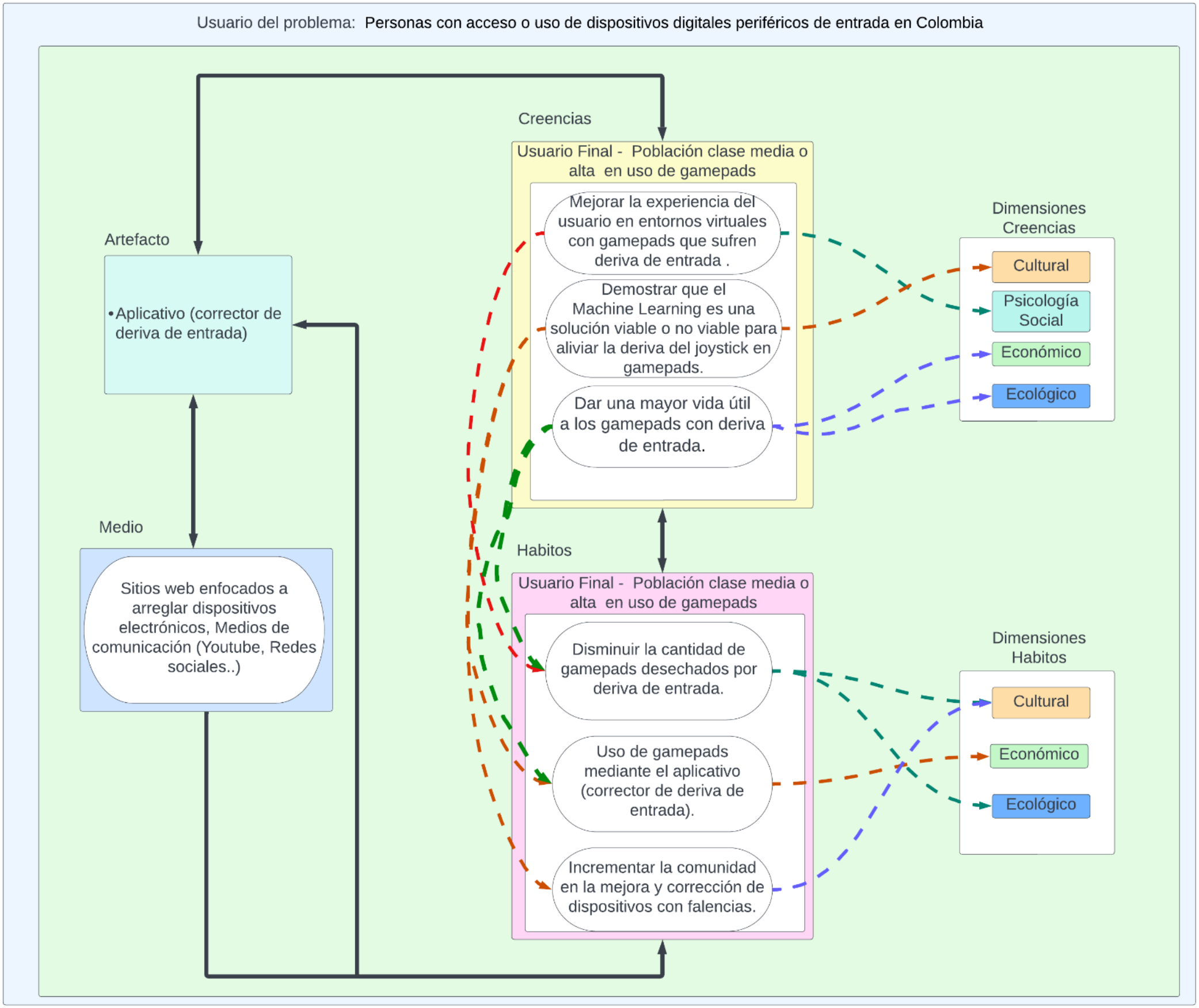
2.3 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN DESDE EL MODELO BPSC

La solución planteada que se propone es la utilización de algoritmos de aprendizaje automático, generando detección de patrones y la aplicación enfocada al usuario. Se ilustrará a los usuarios de PC un acercamiento a la solución simulada, que se implementará en múltiples mandos susceptible a este deterioro o daño que se pueden encontrar en el mercado a disposición del usuario, probando la factibilidad de aprendizaje automático para solucionar este problema no solo en mandos, sino para los dispositivos digitales periféricos de entrada en general.

El artefacto a entregar será un aplicativo por el cual la información enviada por el mando será procesada para rectificar cualquier deriva de entrada detectada. Dado que la forma en la que la deriva de entrada se manifiesta puede variar, el aplicativo ha de ser capaz de ser entrenado para cada mando que lo utilice.

Se espera que con la presente investigación se establezca un impacto positivo, emprendiendo nuevas innovaciones enfocadas a la mejora de dispositivos con deterioro o errores no percibidos en su distribución. Llegando a la comunidad por medio de los sitios web enfocados a arreglar dispositivos electrónicos, medios de comunicación (YouTube, redes sociales). Atacar este problema sin interferir con el hardware es considerablemente más costo-efectivo, que arreglar los errores físicos de fabrica que los mandos poseen.

Figura 3. Modelo BPSC solución.



Fuente: Elaboración propia.

2.4 TABLA DE ENTREGABLES

Tabla 2. Tabla de entregables.

Hito	Entregable	Descripción
Inicio	Historias de usuario.	Establecimiento de los requerimientos necesarios a cumplir del aplicativo.
	Diagrama de clases.	Diseño de la estructura del aplicativo.
	Diagrama de casos de uso.	Diseño de la interacción del usuario con el sistema.
	Diagrama de secuencia.	Diseño del proceso de interacción con el sistema.
	Diagrama de contexto.	Diseño de una vista de alto nivel del sistema y su ambiente.
	Diagrama de interfaz.	Diseño visual del aplicativo.
Desarrollo	Modelo de aprendizaje automático.	Modelo de aprendizaje automático capaz de detectar la deriva de entrada.
	Aplicativo de corrección de deriva.	Aplicativo capaz de corregir derivas de entrada.
	Documentación de desarrollo de aplicativo.	Información de las funcionalidades programadas.
	Documentación de viabilidad.	Información de lo aprendido y concluido en concordancia al desempeño del aplicativo.
Finalización	Documentos de reuniones de sprint.	Documentación que pone en contexto el desarrollo del proyecto y lo aprendido.

Fuente: Elaboración propia.

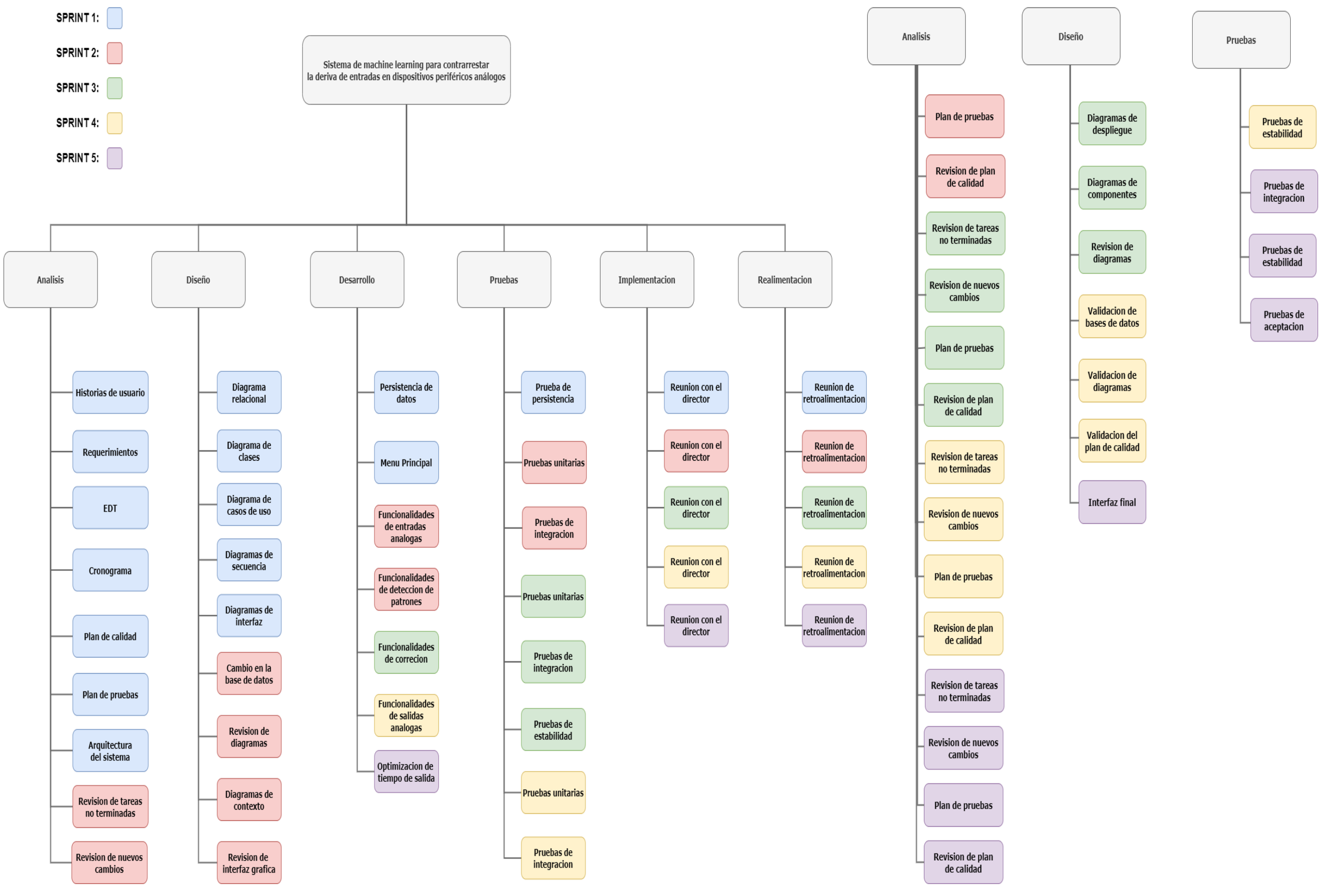
2.5 VARIABLES POR MEDIR

Para medir la viabilidad de aprendizaje automático en este campo se decidió enfocarse en comprobar dos cosas, verificar si aprendizaje automático es capaz de corregir la deriva de entrada y que tan eficiente es en hacerlo. Para esto se medirá el rendimiento de este aplicativo en la corrección de derivas comparando las coordenadas recibidas por las palancas de control [11] con las coordenadas corregidas cuando los mandos hagan uso del sistema de aprendizaje automático. La variable cualitativa por medir será la capacidad del aplicativo para corregir la deriva y la variable cuantitativa será el tiempo de respuesta del aplicativo, y las métricas de rendimiento de los algoritmos de aprendizaje automático para detectar dichas derivas, enfocándose principalmente en la precisión, exhaustividad y el error medio absoluto.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

Figura 4. Metodología del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

2.6.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Se decidió utilizar SCRUM como metodología ágil para el proyecto debido a que permite mantener un nivel constante de progreso y constante documentación, lo cual asistirá en el progreso fluido de las fases de construcción de documentos de la tesis. Se manejan los sprints cada 5 semanas, realizando reuniones semanales al igual que la reunión de fin de sprint, se maneja también un backlog para la asignación de tareas, así como también los documentos de las reuniones de equipo y las reuniones de sprint.

El enfoque general del proyecto es una investigación y Scrum se especializa en el desarrollo de aplicativos lo cual podría parecer no ser la mejor combinación, aún más si se toma en cuenta el hecho de que aprendizaje automático y Scrum entran en conflicto debido a los procesos de modelación e integración de aprendizaje automático; sin embargo, uno de los objetivos específicos es la creación de un aplicativo lo cual es vital para poder comprobar la hipótesis del proyecto, y en lo que viene a ser la incompatibilidad entre Scrum y aprendizaje automático, se podría decir que muchos de los problemas causados por esta incompatibilidad son evitados debido a los tipos de datos que se están manejando.

Usualmente los pasos necesarios para crear y monitorear el modelo tomarían más tiempo y serian continuos, pero debido a que se está manejando un modelo muy simple con dos datos numéricos y uno categórico los cuales son suministrados por el usuario, la creación del modelo requiere de mínimo tiempo en la fase de desarrollo, y el tiempo se enfocó principalmente en la funcionalidad del aplicativo basándose en el modelo.

2.6.3 CRONOGRAMA

Tabla 3. Cronograma Proyecto de Grado 1 & Proyecto de grado 2.

	Proyecto de grado 1														
	SEMANAS														
Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sprint 1															
Análisis															
Diseño															
Desarrollo															
Pruebas															
Implementación															
Realimentación															
Sprint 2															
Análisis															
Diseño															
Desarrollo															
Pruebas															
Implementación															
Realimentación															
Sprint 3															
Análisis															
Diseño															
Desarrollo															
Pruebas															
Implementación															
Realimentación															

	Proyecto de grado 2									
	SEMANAS									
Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sprint 4										
Análisis										
Diseño										
Desarrollo										
Pruebas										
Implementación										
Realimentación										
Sprint 5										
Análisis										
Diseño										
Desarrollo										
Pruebas										
Implementación										

Fuente: Elaboración propia.

2.7 COMPONENTE ÉTICO

En este apartado se exponen los principios éticos y profesionales que según el Computer Society and ACM Approve Software Engineering Code of Ethics se aplicará durante el transcurso del desarrollo de este proyecto tecnológico y una descripción del porqué se tomarán en cuenta.

1. **Principio Público**: como ingenieros de software actuarán de una forma consecuente a la responsabilidad del desarrollo ante un interés público, dando una calidad alta, con intereses de no dañar el medio ambiente y tener en cuenta las posibles consecuencias para generar sus respectivas advertencias del software o proyecto de desarrollo tecnológico.
2. **Principio Cliente y Empleador**: se actuó con congruencia y respeto hacia el cliente, cumpliendo cada acuerdo estipulado, asumiendo la responsabilidad por los entregables a lo largo del proyecto que se publicó para uso público, cumpliendo el cronograma reservado.
3. **Principio de Producto**: como ingenieros de sistemas de nuestro producto y modificaciones relacionadas se cumplió con los estándares profesionales dando una alta calidad, y la disponibilidad del producto teniendo en cuenta aspectos éticos, legales, culturales y ambientales adicionalmente una acreditación de terceros.
4. **Principio de Auto**: El equipo de desarrollo se comprometió que en el transcurso del desarrollo del proyecto de grado e investigación se continuaría con el ánimo y la proactividad en el ámbito del aprendizaje y profundización que se aplicó y siguen siendo aplicados para favorecer la eficiencia en el desarrollo siguiendo el enfoque ético ante la profesión en temas de privacidad y seguridad de la información de los usuarios (encuestas o pruebas del software/producto, etc.), y mantenerse informado de los riesgos al participar en el proceso de pruebas mediante consentimientos informados.

3. MARCO REFERENCIAL

Dado que la deriva de entrada como tal es un error en la información transmitida por un dispositivo periférico (no necesariamente un mando), y el hecho de que se pretende usar aprendizaje automático para comprobar si puede ser un método de mitigación de este, se decidió abarcar de control de error (ECCs) y redes neuronales como posibles campos que se deben de tener en cuenta para solucionar este tipo de problemas.

3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Se trata de la indagación y síntesis de los antecedentes que pueden aportar al problema mencionado en secciones anteriores. Avances de la investigación en este campo y también base teórica del documento que es discutida en la sección del análisis y resultados.

3.1.1 CÓDIGOS DE CONTROL DE ERROR (ECCS)

Los códigos de control de error (ECCs) son un tema relevante para el objetivo de nuestro aplicativo, debido a que este como tal se encarga de detectar y corregir errores para evitar la transmisión de información equivocada de los sensores de los dispositivos periféricos; como lo menciona el documento de L. Saiz-Adalid, J. Gracia-Morán, y D. Gil-Tomás [12] “Sistemas de computación fiables utilizan códigos de control de error (ECCs) para proteger información de posibles errores”.

Sin embargo, también se hace mención de latencias causadas por la codificación y decodificación de los ECCs, y que se requiere de ECCs ultra-rápidos como los que los autores proponen para que los tiempos de retraso sean muy bajos.

Independientemente de la cantidad de información entrante, esto es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que el retraso de entrada y salida de información para nuestro aplicativo podrá ser en detrimento del usuario del dispositivo periférico, debido a que esto podría causar diferentes problemas para su usabilidad.

Nuestra solución planteada para la corrección de errores con aprendizaje automático es una idea que se ha trabajado sobre otros procesos, como en el caso de los artículos de Chen [13], Ryan [14] y Luo [15], hacen mención de ECCs basados en aprendizaje automático para sus estrategias de caché móvil, sistemas de predicción de vida NAND, y ECCs combinados con reconocimiento de contenido respectivamente. En el caso del artículo de Chen, mencionan implementar aprendizaje automático con algoritmos voraces, mientras que Ryan y Luo hacen mención de integrarlos en conjunto con ECCs para optimizarlos o lograr nuevas funciones.

3.1.2 REDES NEURONALES PARA RECONOCIMIENTO DE PATRONES

En el documento de A. L. Buczak y E. Guven, los autores hacen mención de que las redes neuronales están ganando popularidad y ganando premios en

competencia de reconocimiento de patrones [16]. Como tal, ellos utilizaron redes neuronales para detectar patrones de intrusión en sistemas de ciberseguridad, así que esta clase de tema nos puede ser relevante para la detección de información equivocada analizando los patrones de estas.

Aunque de nuevo para este tipo de tema, la latencia es algo que se debe de tener en cuenta debido a la forma en la que las redes neuronales funcionan.

Las redes neuronales funcionan basándose en un sistema compuesto de capas de neuronas artificiales conectadas en donde los datos de entrada activan neuronas en la primera capa de la red, cuya salida es la entrada de la segunda capa de neuronas en la red. Esto continúa de tal forma que cada capa pasa su salida a la siguiente capa, y la última capa envía el resultado. Dependiendo de la cantidad de capas necesarias para la detección de patrones, esto podría aumentar altamente la latencia de salida del aplicativo.

3.1.3 APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

En lo que viene a ser relevante para nuestra problemática presentada y la necesidad de poder aprender y detectar patrones, aprendizaje automático puede ser una herramienta útil para esto; como lo explican A. Samuel [16]: “aprendizaje automático se puede entender como el estudio que le da a las computadoras la habilidad de aprender sin ser explícitamente programadas, como tal se enfoca en el acto de predicción, basado en conocimientos previamente aprendidos por medio de un proceso de entrenamiento”. Debido a la posibilidad de poder entrenar el sistema para que detecte los patrones de información equivocada de los dispositivos periféricos, el aprendizaje automático es uno de nuestros enfoques principales para nuestro aplicativo.

Existen tres tipos de enfoque para aprendizaje automático: Sin supervisión, semi-supervisado, y supervisado. En el enfoque supervisado, se utilizan datos categorizados para poder entrenar algoritmos que clasifiquen datos y predigan resultados. Es en este tipo de enfoque en el que nos centraremos para nuestro aplicativo.

En los documentos de J. A. Carvajal Soto y F. Tavakolizadeh [8], se explora conceptos ajenos a esta investigación el cual gracias al manejo de aprendizaje automático se establecen patrones para predecir posibles daños en dispositivos.

Por ende el impacto tiene una relación equivalente al documento de Joseph F. Murray, Gordon F. Hughes y Kenneth Kreutz-Delgado [16] planteando una base firme en el uso de patrones, y dando una aproximación de los métodos a implementar en este proyecto, además de estas fuentes se exploró una patente de Yeung y Michael [13] que es de particular interés debido a su enfoque en predecir errores en dispositivos periféricos, que nos permitirá comprender a grandes rasgos el funcionamiento de un sistema basado en patrones y cómo determinar una estructura de aprendizaje automático y que esta tenga un fundamento lógico y la mejor práctica para su funcionamiento.

3.2 MARCO TEÓRICO

Viabilidad del aprendizaje automático como método para la mitigación de la deriva de entradas en mandos para PC. Con los avances en la tecnología, se ha masificado el uso de mandos para la comunicación entre el usuario y la máquina.

Debido al uso incorrecto, la fabricación no siempre sea realizada con los mejores elementos, el tiempo de vida del dispositivo donde estos mandos presentan fallas, que hacen que la interacción del usuario con el mando es desgastante, provocando que sean remplazados con más frecuencia.

3.2.1 MANDO

Los mandos son un tipo de dispositivo periférico usado principalmente en videojuegos, sin embargo, hoy en día se han encontrado usos más prácticos, para permitir remplazar la asistencia de un individuo en un entorno permitiendo replicar sus funciónese por medio de un controlador de forma remota.

El mando es un dispositivo increíblemente versátil, ya que este posee una combinación de diferentes tipos de componentes análogos, que van desde simples botones, hasta gatillos con diferentes niveles de presión [14]. Uno de estos componentes en el que nos enfocaremos mayormente es la palanca de control, debido a que es el componente más afectado por las derivas de entrada [1].

Palancas de control: La terminología de las palancas de control se introdujo como la segmentación de procesos análogos que fueran intuitivos y confortables para el uso del usuario y adicionalmente sutil ante el contacto de la mano, siendo capas de la recreación del movimiento, estado, control, etc. [19] de un bien conocido proceso, la intervención o manejo de tanto dispositivos electrónicos como mecánicos, planteando la incursión en el plano cartesiano para el entendimiento de la acción a la máquina aludiendo no solo al eje vertical y horizontal, sino una interacción de 360° permitiendo emular no solo en campos de dos dimensiones [18].

Estos mandos a lo largo de todo su funcionamiento van acumulando malos tratos, por su mal uso, van evidenciando deterioro en muchos de sus componentes y por lo tanto perdiendo muchas funcionalidades.

Deriva en controlador: Deriva del controlador se le otorga la definición de palanca de mando que toma vida propia, esto hará que los caracteres que se muestran en pantalla o el cursor se “desplacen” incluso cuando no se cuenta con la intervención del usuario moviendo la palanca del mando.

Una vez que el que se manifiesta el defecto, empeora progresivamente hasta que la palanca de mando se vuelve inoperable. [6]

Hasta el momento la detección de deriva podría desencadenar proactivamente varias acciones de remediación:

Un especialista humano que examine el dispositivo y analice posibles causas de ejecución. Se propone un análisis de los datos que envía la palanca de mandos desde el control, identificando entre los datos, cuales cuentan con deriva por medio del aprendizaje automático, y el usuario.

3.2.2 APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial, el cual se fundamenta en la información, en el uso de los datos, por medio de algoritmos que buscan imitar la forma en que aprenden los humanos, estableciendo gradualmente una mayor predicción. A través de este sistema dio un potencial avance a la ciencia de datos, mediante el uso de métodos estadísticos, se proporcionó una fuente de datos para la clasificación o predicción [20].

Los sistemas de aprendizaje de un algoritmo automático se dividen en tres partes principales:

- Hay un proceso de decisión: El objetivo en el que se fundamentaron los algoritmos de aprendizaje es hacer una predicción o clasificación. Partiendo de la necesidad de tener datos de entrada, los cuales el algoritmo producirá una estimación sobre un patrón de los datos.

- Una función de error: Por medio de la función de error se logra evaluar la predicción de un modelo de aprendizaje.

- Un proceso de optimización del modelo: Mientras el modelo permite ajustarse mejor a los puntos de datos en el conjunto de entrenamiento, adicional por medio de ellos pesos se ajustarán para reducir la discrepancia entre el ejemplo que se conoce y como se estima el modelo. El algoritmo generará un proceso evolutivo en donde “evaluará y optimizará”, actualizando los pesos de forma autónoma hasta alcanzar un umbral en la precisión [20].

3.2.3 MÉTODOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Aprendizaje automático supervisado: Este método se define por el uso de conjuntos de datos etiquetados para el entrenamiento de algoritmos de clasificación de los datos o predecir resultados. A medida que los datos de entrada se ingresan en el modelo, el modelo ajusta sus pesos hasta que sean los más prometedores, lo que nos permite a partir del proceso de validación cursada para garantizar que en el modelo se evitara el sobre ajuste o un ajuste insuficiente.

Algunos de los algoritmos de aprendizaje supervisado incluyen: redes neuronales, Bayesiano Ingenuo, regresión lineal, regresión logística, bosque aleatorio y máquina de vectores de soporte (SVM) [21].

Aprendizaje automático no supervisado: El aprendizaje no supervisado, utiliza algoritmos de aprendizaje automático que apoya a analizar y agrupar conjuntos de datos no etiquetados. Estos algoritmos descubren patrones ocultos o por ende agrupaciones de datos sin necesidad de intervención humana, lo que permite

identificar similitudes y diferencias en la información, lo hace ideal para el análisis exploratorio de datos, estrategias de venta cruzada, segmentación de clientes y reconocimiento de imágenes y patrones. También este apoya a reducir la cantidad de funciones en un modelo a través de procesos de reducción de dimensionalidad [21].

3.2.4 ALGORITMOS USADOS EN EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Comúnmente se utilizan varios algoritmos de aprendizaje automático, incluidos los que se usaron en el proyecto para apoyar a la investigación:

Redes Neuronales: Las redes neuronales simulan la forma en que funciona el cerebro humano, con un gran apoyo y cantidad de nodos de procesamientos vinculados. También son buenas para reconocer patrones.
Algunos ejemplos de esta aplicación se destacan en el reconocimiento de voz y creación de imágenes.

Regresión Lineal: Este algoritmo se utiliza para predecir valores numéricos, basándose en relaciones lineales planteadas entre diferentes valores.
Como podría ser predecir cantidades de datos numéricos con en función de entradas establecidas de coordenadas estáticas en un plano.

Regresión logística: Este algoritmo de aprendizaje supervisado hace predicciones para variables de respuesta categóricas, con finalización una respuesta de “si/no” a las preguntas. Usado para aplicaciones como Spam y el control de calidad en las líneas de producción.

Árboles de decisión: Los árboles de decisión se pueden usar tanto para predecir valores numéricos (regresión) como para la clasificación de datos categóricos

4. DESARROLLO METODOLÓGICO

Como se mencionó previamente, está haciendo uso de la metodología ágil SCRUM para el proyecto con sprints de 5 semanas debido a que este es el estándar para proyectos que se trabajarán a lo largo de un año más. Sin embargo, debido a las incidencias relatadas en la bitácora, los resultados esperados no reflejan el tiempo esperado a su inicio y/o finalización. Es debido a esto que hasta la fecha solo se tiene la siguiente información y documentos.

4.1 INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS

A continuación, tenemos la sección de ingeniería de requerimientos, como se puede ver en la fase de análisis del primer sprint en la figura 4, en donde declaramos los puntos necesarios para obtener nuestro mínimo producto viable para la entrega.

4.1.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Tabla 4. Requerimiento funcional #1.

Título	Conexión de usuario
Descripción	Que el usuario sea capaz de conectar un mando compatible con Windows.
Entradas	1. Conexión del mando al PC.
Salidas	Reconocimiento del mando en el software.
Precondición	Que el mando esté conectado a la PC.
Postcondición	Si el mando es compatible lo reconocerá el software.
Excepciones	Ninguna.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Requerimiento funcional #2.

Título	Entrenamiento del mando.
Descripción	Que el usuario pueda entrenar personalizada menté su mando por medio del software.
Entradas	1. Botón presionado (Activación del evento).
Salidas	Entrenamiento finalizado del software sobre él dispositivo.
Precondición	El usuario presiona el botón “Entrenar”.
Postcondición	El software aplicará las correcciones al mando.
Excepciones	Ninguna.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Requerimiento funcional #3.

Título	Conexión dual
Descripción	Que el entrenamiento en el software no interfiera con el uso del mando.
Entradas	1. Coordenadas de la palanca en movimiento.
Salidas	Ninguna.
Precondición	El usuario solo tenga en uso el software y el entorno de prueba.

Postcondición	El usuario pueda usar el mando mientras se entrena.
Excepciones	Ninguna.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Requerimiento funcional #4.

Título	Identificación de la deriva
Descripción	Por medio de preguntas identificar el tipo de deriva del dispositivo.
Entradas	1. Selección de múltiples respuestas.
Salidas	Identificación de la deriva a intervenir.
Precondición	Solventar todas las preguntas del software.
Postcondición	Podrá continuar con el entrenamiento del software.
Excepciones	Ninguna.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Tabla 8. Requerimiento no funcional #1.

Título	Sistema local
Descripción	El software solamente se podrá ejecutar de forma local.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Requerimiento no funcional #2.

Título	Software intuitivo
Descripción	Las funciones del software deben ser simples para un usuario.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Requerimiento no funcional #3.

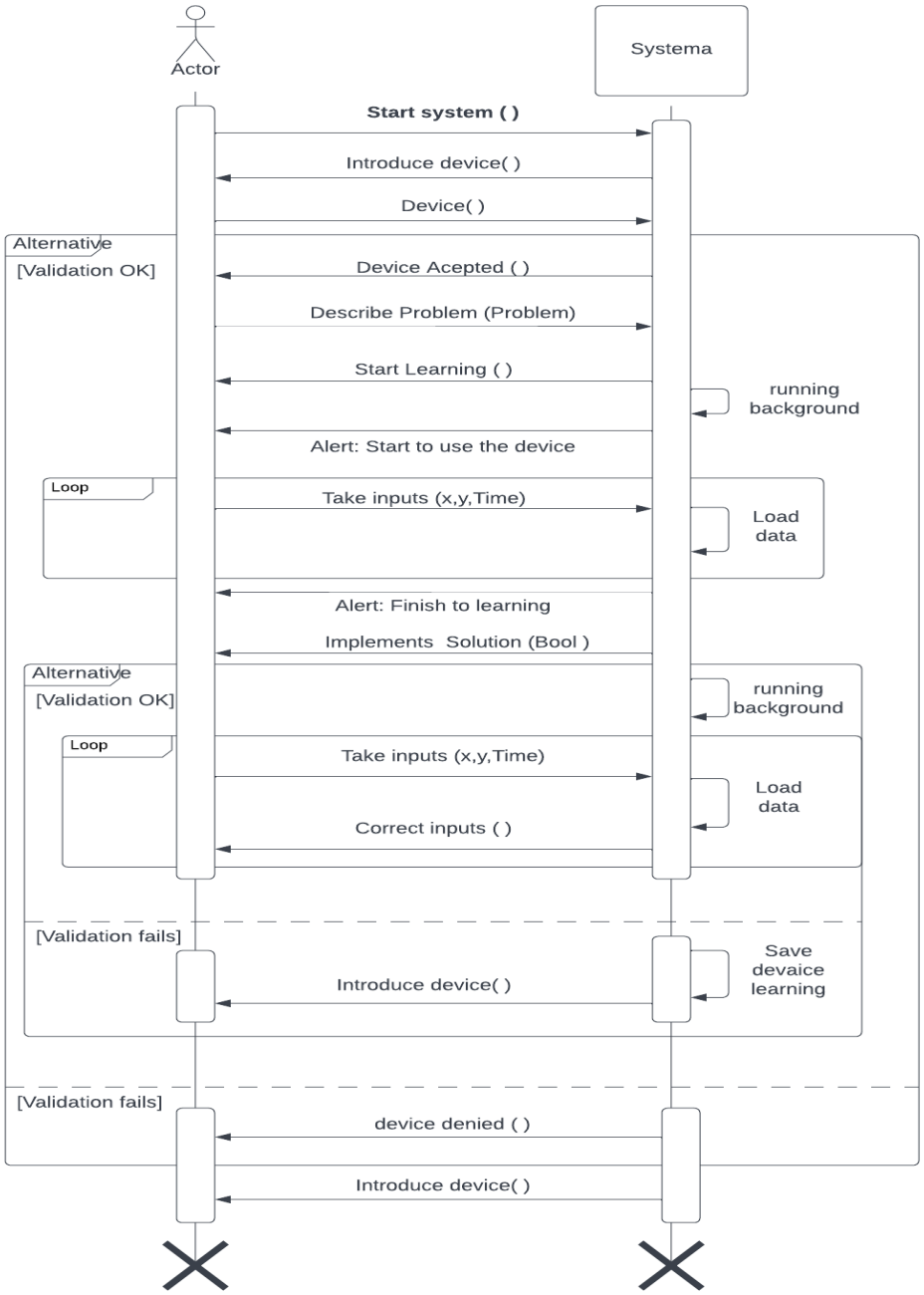
Título	Compatibilidad del software
Descripción	El software solamente será compatible en los sistemas operativos Windows de versiones más recientes.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 DISEÑO DE ARTEFACTO

A continuación, tenemos los diagramas trabajados para el diseño del programa, como se pueden ver en la fase de diseño del primer sprint en la figura 4, en donde podemos visualizar la estructura y proceso funcional del programa; así como también los mockups de este.

Figura 5. Diagrama de secuencia.



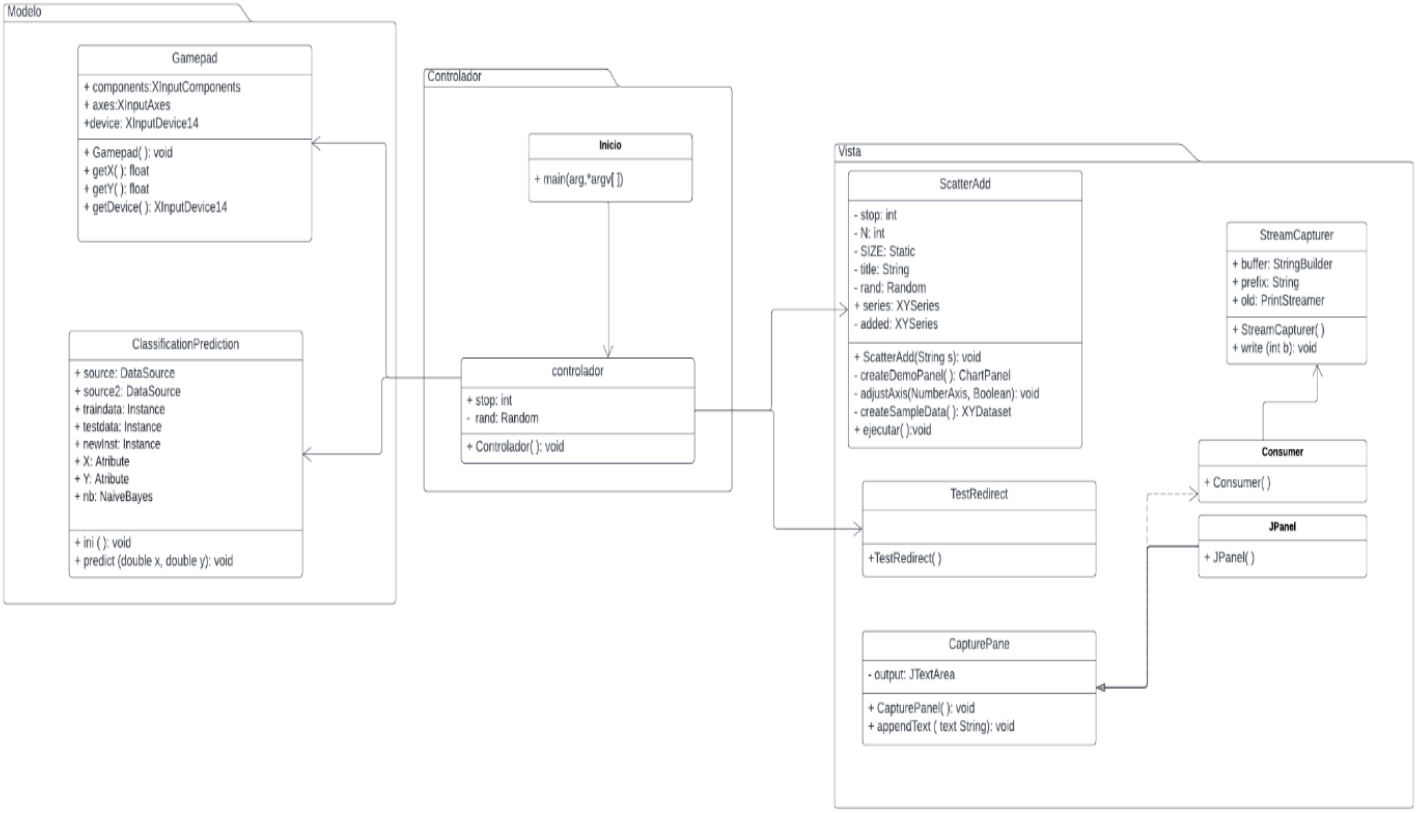
Fuente: Elaboración propia. Anexo 11.5: Diagrama de secuencias

En el diagrama de secuencias que podemos ver en la (**Figura 5**) se encuentra el proceso que realizara el usuario cada vez que ingrese al aplicativo, esto se mostrara por líneas de vida o procesos y objetos que coexisten simultáneamente, y adicional los mensajes que se intercambian entre ellos para ejecutar especificas funciones, antes de que se terminen las líneas de vida.

Se usó este tipo de modelo para identificar el paso a paso que se seguirá cada usuario, al acceder al aplicativo y como el aplicativo responderá ante la intervención del usuario.

Hay procesos que por el momento no se han implementado, pero a sí mismo no se eliminaran, ya que es el proceso que se continuara después de entregado el proyecto.

Figura 6. Diagrama de clases.



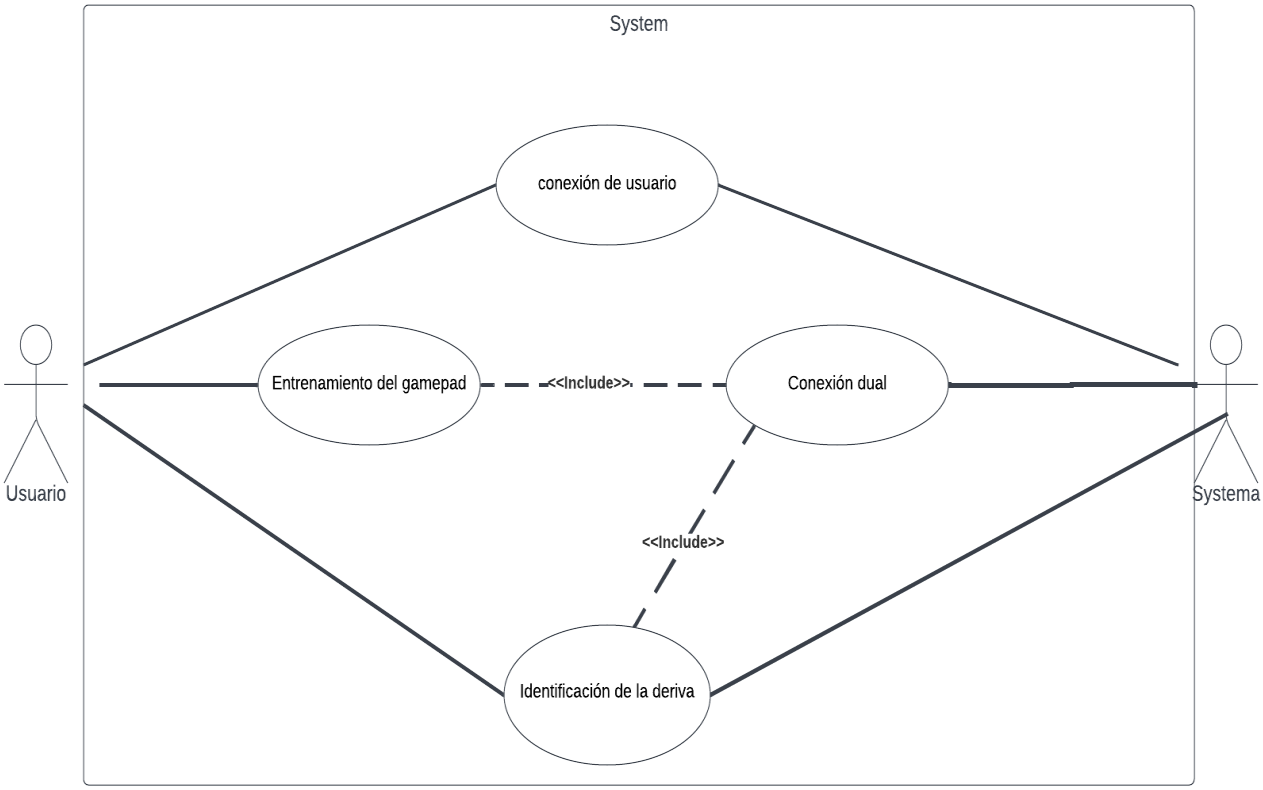
Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama de clases (**Figura 6**) se visualiza la estructura estática por la cual se describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, sus operaciones, atributos y las relaciones que se cuentan entre estos, se escogió una estructura MVC para tener una segmentación de responsabilidades, partiendo de tres paquetes principales (Modelo, Vista, Controlador) dándole al código una accesibilidad y entendimiento entre el desglose de sus propiedades necesarias al momento de trabajar en equipo.

En total se usaron 10 clases y el modelo se simplificó en dos clases principales “Mando” que nos ayudó a ver el dispositivo externo y a sí mismo especificar que se necesitaba de este y por último el “modelo predictivo” donde usamos las entradas del mando para generar el aprendizaje.

El resto de las clases se apoyaron para desglosar la vista, y a sí mismo la segmentación de la ejecución.

Figura 7. Diagrama de casos de uso.

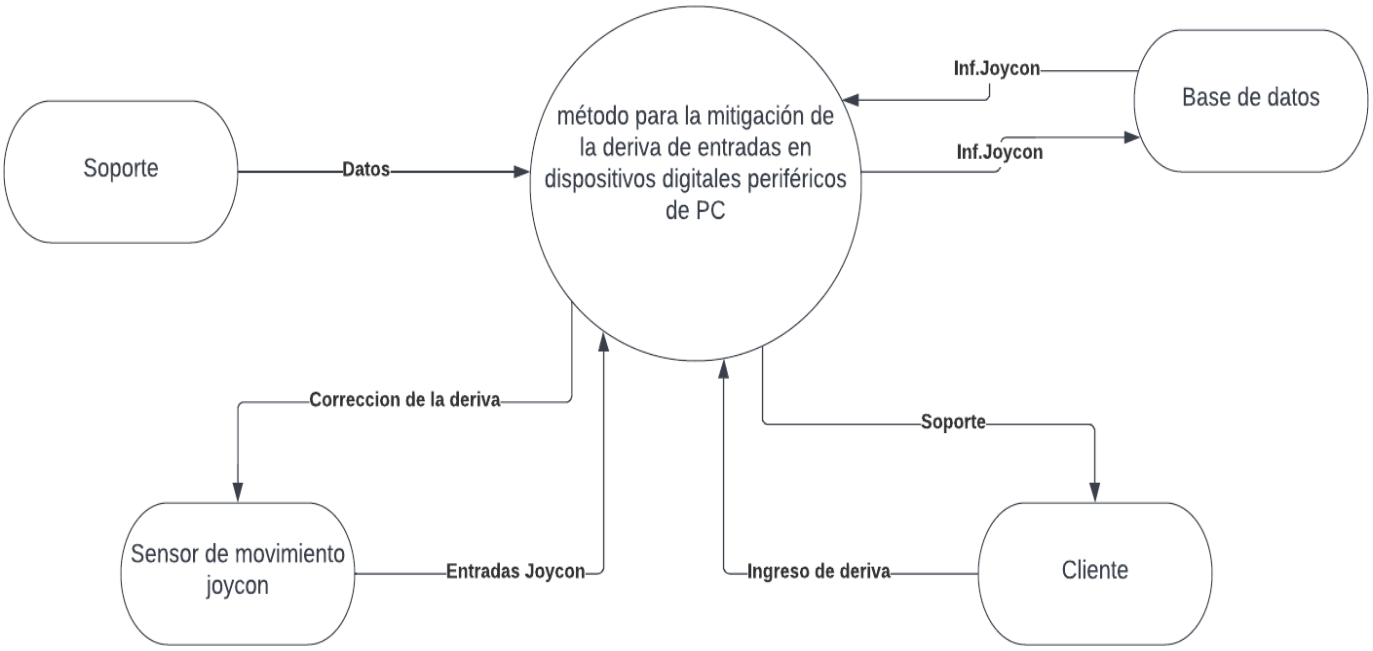


Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de casos de uso de la (**Figura 7**) se podrán visualizar las funciones y objetivos más importantes del sistema, en él se puede visualizar fácilmente que casos de uso fueron tomados para el desarrollo del proyecto para que los actores, operadores o clientes logren el objetivo destinado a la aplicación.

Se puede visualizar tres funciones principales que puede destacar el usuario con el aplicativo y el sistema. Lo principal es la conexión del usuario, donde se encuentra el acceso del usuario al aplicativo, también se cuenta con el entrenamiento del mando, y la identificación de la deriva, que van a ser tomados por el sistema en segundo plano, mientras el usuario ejecuta y establece la deriva se procesara en conexión dual, lo que quiere decir que el programa procesara todo su contenido sin necesidad de que esté ejecutándose en primer plano del computador, pero así mismo se puede si el usuario lo desea.

Figura 8. Diagrama de contexto.

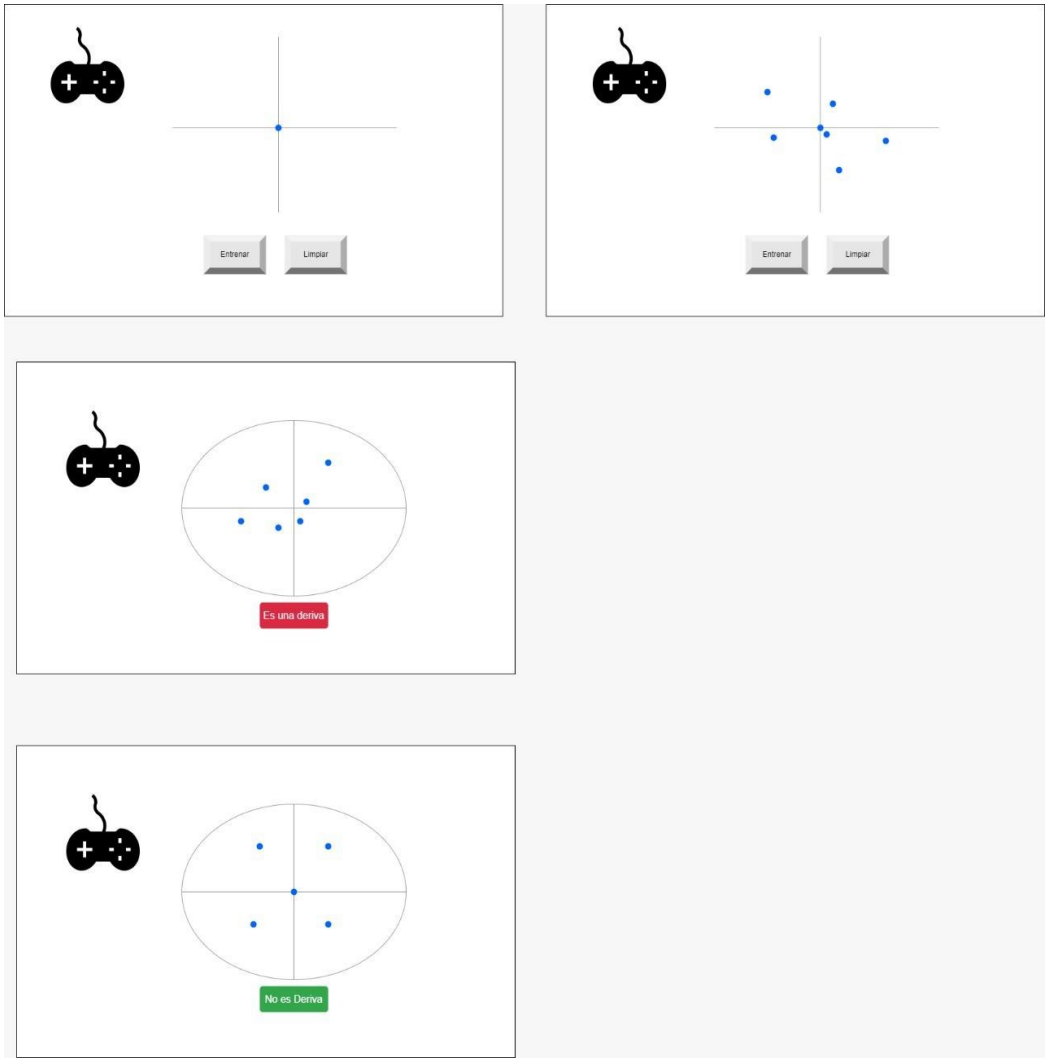


Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama de contexto (**Figura 8**) se podrá visualizar todas las entidades externas que podrían interactuar con el sistema. Se reconocieron 4 sistemas externos donde la base de datos no se tomó en cuenta para los entregables finales, debido a la fase final del artefacto.

Adicional se tomó como otro factor externo el sensor de movimiento del mando, esto se debe a que, al ingreso de las coordenadas de la palanca de mando, también contamos con una interacción del cliente, que registrara donde sucede la deriva en el software. Por último, el soporte donde el programa se basará para tomar los datos de ejecución.

Figura 9. Mockups.



Fuente: Elaboración propia.

En los Mockups (**Figura 9**) podremos ver como se obtendrán las derivas y donde no sucede la deriva especificada para el usuario, y como se implementará la solución de la deriva a través de los 2 paneles inferiores.

4.2 ARTEFACTOS DE CONTROL

Para los artefactos de control en concordancia con las fases de implementación, realimentación y análisis de los sprints en la figura 4, se han creado los documentos de las reuniones semanales y reuniones de fin de sprint, en adición a la bitácora, tablero de control y reflexión periódica; para así seguir correctamente la metodología Scrum.

Tabla 11. Casos de uso

ID. De la historia	Rol	características /Funcionalidad	Razón, Resultado	Criterio de aceptación
HU001	Como usuario	Quiero tener la opción de cambiar los datos de entrenamiento para poder usar el aplicativo en diferentes palancas	Para ingresar nuevos datos de entrenamiento con el fin de usar el modelo para diferentes ubicaciones de derivas	1. El usuario debe contar con una palanca. 2. La palanca debe ser reconocido como periférico para el PC. 3. Tener el aplicativo STARTDRIFT en el mismo PC que se tiene la palanca conectada. 4. Iniciar el aplicativo STARTDRIFT e ir al módulo de “Entrenar”. 5. Luego de dar clic en el botón “Entrenar” ingresar las coordenadas en el plano cartesiano de la derecha dando clics sobre las coordenadas donde la palanca presenta derivas. 6. Luego de ingresar los datos en el plano cartesiano izquierdo, se deben ingresar los datos en el plano cartesiano derecho de la misma manera, pero esta vez indicando que movimientos NO se consideran una deriva de la palanca a evaluar. 7. Una vez con los datos de las coordenadas diligenciados, se debe dar clic en el botón “Entrenar”, para asegurarme de que los datos se guarden.
HU002	Como usuario	Quiero tener la opción de poder usar el modelo que tengo entrenado en una palanca	Para ingresar nuevos datos de entrenamiento con el fin de usar el modelo en diferentes dispositivos	1. El usuario debe contar con una palanca. 2. La palanca debe ser reconocido como periférico para el PC. 3. Tener el aplicativo STARTDRIFT en el mismo PC que se tiene la palanca conectada. 4. Iniciar el aplicativo STARTDRIFT e ir al módulo de “Entrenar”. 5. Luego dar clic en el botón “Limpiar”, para limpiar los archivos arff. 6. Luego se debe repetir el mismo procedimiento que la HU001
HU 003	Como - Usuario	Quiero determinar si el aprendizaje automático me ayuda a corregir la deriva de mi dispositivo	Para determinar si el aplicativo funciona y realmente detecta las derivas en los dispositivos	1. El usuario debe contar con una palanca. 2. La palanca debe ser reconocido como periférico para el PC. 3. Tener el aplicativo STARTDRIFT en el mismo PC que se tiene la palanca conectada. 4. Iniciar el aplicativo STARTDRIFT e ir al módulo de “Activar corrección”. 5. Una vez allí, se mostrará nuevamente dos planos cartesianos que nos muestran la posición de la palanca, y las coordenadas que le corresponden a su movimiento. 6. En los planos se deben ir actualizando el punto, mientras que la palanca se mueve.
	Con usuario de palanca	Quiero determinar si el aprendizaje automático me ayuda a corregir la deriva de mi dispositivo	Para evitar cambiar el dispositivo y que su tiempo de uso sea más largo.	1. El usuario debe contar con una palanca. 2. La palanca debe ser reconocido como periférico para el PC. 3. Usar el aplicativo STARDRIFT y luego entrenarlo (HU001), para finalmente usarlo y probarlo (HU003)

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 BITÁCORA

En dicha bitácora se muestran dificultades o incidencias que se han tenido en el avance y realización del proyecto. En su mayoría se tienen dificultades en el seguimiento del cronograma del proyecto, se tienen retrasos por el descuido y no cumplimiento en las fechas establecidas.

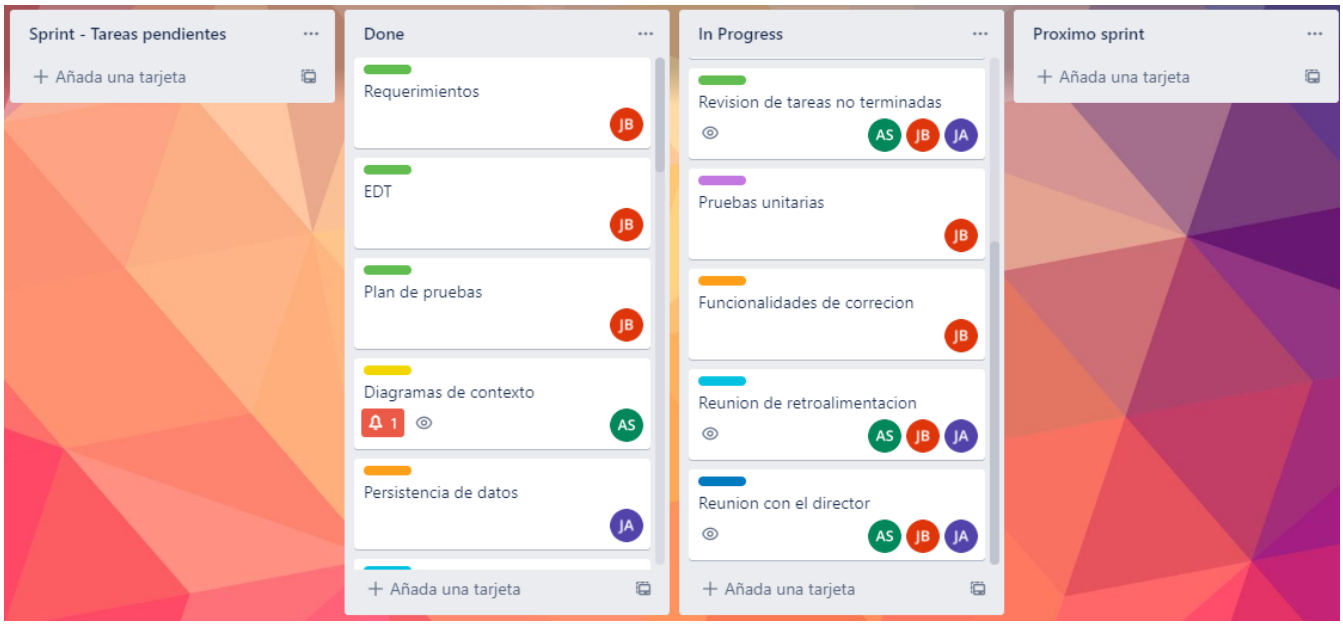
Tabla 12. Bitácora de incidencias.

Fecha de la incidencia	Descripción	Involucrados	Implicaciones y/o ajustes a realizar	Efecto en los objetivos y/o modelo BPSC.
10/2/2022	Se rechazó la propuesta de grado debido a que no se podía percibir el trasfondo del proyecto y que todavía faltaba la diferenciación necesaria para proporcionar una justificación necesaria al contexto.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se deben cambiar los siguientes aspectos del documento: * Objetivos *Modelo BPSC *Marco Teórico.	Se afectaron los objetivos y el modelo BPSC.
14/2/2022	Por medio de la realimentación dada por el lector asignado se concordó generar una especificación más profunda del contexto de la propuesta de grado, especificando como se llegaría a la solución y con que recursos.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se cambiarán los siguientes aspectos del documento: *Objetivos específicos * Objetivos Generales *Objetivos específicos *Modelo BPSC *Marco Teórico *Resultados Esperados.	Se afectaron los objetivos y el modelo BPSC.
25/2/2022	Se aceptó la propuesta de grado estableciendo que es viable la realización del proyecto, pero se reiteraron algunas falencias de la misma propuesta de grado.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se deben cambiar los siguientes aspectos del documento: * Estado del arte * Objetivos.	Se afectaron los objetivos.
01/08/2022	Una vez aceptada la propuesta se empieza a ejecutar el cronograma, establecer roles en la ejecución de tareas, prioridad en tareas y hablar con el director para mostrarle el plan de trabajo.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Cumplimiento de tareas asignadas, comunicación asertiva y oportuna dentro del equipo de trabajo para llegar a los objetivos del proyecto.	No se afectan estos componentes.
08/04/2022	Reunión de seguimiento para revisión del avance en las tareas asignadas.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Ajustes en los tiempos que cada integrante tiene para cumplir con sus tareas asignadas, se pone fecha máxima para no impactar el cronograma de trabajo.	Se afectó los objetivos.
15/04/2022	Revisión del documento para la entrega que se tiene del mismo, se evidencia impacto en el cronograma. Retraso en la definición de la introducción y en corrección de comentarios realizados en la entrega anterior.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se alerta el trabajo y avance, se hacen compromisos por parte de cada miembro y se espera que sean cumplidos.	Se afectó el cronograma del proyecto.
18/04/2022	Es el día de la entrega y del vídeo resumen del proyecto, por el impacto al cronograma, no se alcanza a subir el documento dentro del plazo correspondiente.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Retrasó en el avance del proyecto, no calificación y realimentación del avance alcanzado.	Se afectó el avance y el desempeño en la materia.
22/04/2022	Se avanza en el proyecto, se hacen correcciones y se alcanza a poner el cronograma al día con el avance.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Avance y alcance del cronograma para estar al día en el proyecto nuevamente.	Alcance del cronograma al día.
29/04/2022	Reunión con el director y acuerdo en cómo se tendrá el seguimiento del mismo.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Aclaración del seguimiento que el director nos hará de acuerdo al avance y a la completitud del proyecto.	Aclaración del monitoreo y comentarios del director sobre el proyecto y avance.
06/05/2022	Asignación de tareas para la entrega del próximo lunes del avance del documento y proyecto.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Avanzar en lo que la entrega requiere, ajustar los comentarios mencionados en la anterior revisión.	No hay afectaciones.
16/06/2022	Se reciben realimentaciones de los jurados.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Evaluar cada observación que hicieron los jurados, y ya sea corregirla o discutirla y refutarla.	Aclaración y correcciones hechas sobre los medios usados para llegar a cumplir con el fin-objetivo del proyecto.
12/08/2022	Se recibe la primera clase de Proyecto de grado 2 y se nos muestra el cronograma de la asignatura.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se ajusta el cronograma que se realizó el semestre pasado con el cronograma de la asignatura para estar alineados en las entregas y fechas importantes, como también en los avances.	No hay afectaciones.
26/08/2022	Se recibe información sobre herramientas de recolección y de cómo validar o analizar los resultados obtenidos.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se plantea la herramienta que se usará y de cómo podremos medir nuestra variable de interés y responder nuestra pregunta de investigación	Afecta uno de los objetivos específicos, ya que nos dimos cuenta de que no correspondía a alimentar nuestro objetivo general.
02/09/2022	Se recibe información sobre herramientas de recolección y de cómo validar o analizar los resultados obtenidos.	*José Julián Ojeda Bernal *Andrés Felipe Barbosa Salamanca *José Luis Chiquillo Aldana	Se plantea la herramienta que se usará y de cómo podremos medir nuestra variable de interés y responder nuestra pregunta de investigación.	Afecta uno de los objetivos específicos, ya que nos dimos cuenta de que no correspondía a alimentar nuestro objetivo general.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 TABLERO DE CONTROL

Figura 10. TABLERO DE CONTROL



Fuente: Elaboración propia

Se registraron todas las actividades señaladas en el cronograma en el tablero de control, donde se dividieron las actividades en 4 etapas; Tareas pendientes se puede encontrar todas las tareas que no se han iniciado o por la misma disponibilidad del tiempo que se dio para su realización, terminadas donde se puede ver actividades finalizadas y al lado veremos las actividades en progreso donde definimos la asignación y el tiempo estimado para solventar la tarea y para finalizar el próximo sprint donde se dejaran tareas que no se pueden terminar hasta avanzar en el cronograma.

4.2.3 REFLEXIÓN PERIÓDICA

Tabla 13. Reflexión periódica.

Fecha	Causas, consecuencias del nuevo aprendizaje en el curso/Proyecto	Utilidad hacia el futuro
07/02/2022	En el curso se nos plantea una actividad de resumen; realizar un vídeo explicando nuestro proyecto a grandes rasgos en un tiempo limitado.	El ejercicio se plantea con el fin de hacer una síntesis y poder exponer una idea en el menor tiempo posible con la mayor claridad posible. Nos sirve en el futuro para saber vender nuestro producto, en alguna oportunidad que se nos presente.
10/02/2022	El comité de opciones de grado rechaza la propuesta de grado, con distintos comentarios, esto nos generó un reproceso. Nos tocó replantear la propuesta y solicitar una reevaluación al comité de grado.	Esto nos ayudó a enfocar mejor nuestro proyecto, delimitarlo mejor y conseguir mejores fuentes de información.
21/02/2022	Se dictó la clase con el fin de clarificar y dar a conocer la manera correcta de crear y redactar los objetivos del proyecto. Explicación junta al modelo BPSC que se debe plasmar en el proyecto.	Ser más precisos y claros en la manera de redactar y crear los objetivos. Tener muy claro el alcance de nuestro proyecto y limitarlo adecuadamente con la creación de los objetivos.
25/02/2022	El comité de opciones de grado aprueba la propuesta. Con ciertos comentarios para revisar y corregir.	Nos sirve para poder seguir con el planteamiento del proyecto, revisar los comentarios y corregirlos junto con nuestro director.
01/04/2022	En esta semana se tienen muchos compromisos al mismo tiempo sobre el avance y ejecución del proyecto, una vez aprobada la propuesta se debe avanzar y establecer las actividades dentro de los integrantes.	Estar al día al cronograma del proyecto.
08/04/2022	Se hace la reunión semanal para el avance del proyecto, estar pendiente de las tareas realizadas y pendientes por cada integrante del grupo, se establecen fechas máximas y compromisos para las próximas semanas.	Compromiso y hábito de que cada semana se tenga un avance significativo para estar al día con el cronograma.
15/04/2022	Se tienen los compromisos de realizar las correcciones previamente hechas de la revisión anterior, y junto con las clases del mes alcanzar el avance de los capítulos esperados.	Obtener el mayor avance del proyecto, para obtener un buen resultado al final del corte.
18/04/2022	Entrega del avance del proyecto, video informe.	Obtener la mayor realimentación para tener la mejor entrega cada vez que se realicen dichas revisiones.
22/04/2022	Se sigue trabajando en el avance del proyecto según el cronograma establecido, a la espera de tener las realimentaciones por parte del director y del jurado.	Compromiso y hábito de que cada semana se tenga un avance significativo para estar al día con el cronograma.
29/04/2022	Reunión con el director y acuerdo en cómo se tendrá el seguimiento del mismo.	Aclaración del seguimiento que el director nos hará de acuerdo al avance y a la completitud del proyecto.
06/05/2022	Asignación de tareas para la entrega del próximo lunes del avance del documento y proyecto	Avanzar en lo que la entrega requiere, ajustar los comentarios mencionados en la anterior revisión.

13/05/2022	Reunión de avance sobre las tareas asignadas en el encuentro anterior	Comunicación constante de los integrantes y avance progresivo del proyecto.
20/05/2022	Reunión de avance sobre las tareas asignadas en el encuentro anterior	Comunicación constante de los integrantes y avance progresivo del proyecto.
27/05/2022	Socialización de los avances realizados entre todos los integrantes	Que cada integrante sepa el avance del proyecto a la fecha y se esté de acuerdo para el envío definitivo a jurados.
03/06/2022	A la espera de los comentarios por parte del jurado, mientras se sigue avanzando en la búsqueda de información valiosa para nuestro proyecto	Nutrir lo que más se pueda nuestro marco teórico y estado del arte, para llegar a tener una buena base sólida de utilidad y defensa para el proyecto.
10/06/2022	A la espera de los comentarios por parte del jurado, mientras se sigue avanzando en la búsqueda de información valiosa para nuestro proyecto	Nutrir lo que más se pueda nuestro marco teórico y estado del arte, para llegar a tener una buena base sólida de utilidad y defensa para el proyecto.
17/06/2022	Se reciben las realimentaciones de nuestro director y de nuestros jurados	Nos reunimos con el fin de socializar los comentarios y evaluarnos con nuestro director si debían ser corregidos o refutados.
12/08/2022	Se plantean los temas del cronograma para el segundo semestre de desarrollo para nuestro proyecto	Con base en el cronograma, lo alineamos a nuestro cronograma planteado para cumplir con cada una de las fechas.
19/08/2022	Se presentan las herramientas de recolección de información para dar mayor solidez al proyecto	Sé establece el enfoque que queremos darle al proyecto en cuanto a cómo vamos a medir nuestra variable de interés y a como responderemos nuestra pregunta de investigación.
26/08/2022	Según las charlas brindadas por los profesores, se usa la información y el espacio para realizar avances al proyecto	Se busca pulir el proyecto, seguir avanzando según el cronograma planteado.
02/09/2022	Según las charlas brindadas por los profesores, se usa la información y el espacio para realizar avances al proyecto	Se busca pulir el proyecto, seguir avanzando según el cronograma planteado.
09/09/2022	Según las charlas brindadas por los profesores, se usa la información y el espacio para realizar avances al proyecto	Se busca pulir el proyecto, seguir avanzando según el cronograma planteado.
16/09/2022	En el curso se nos muestran los temas de introducción, resumen y conclusiones	Con dicha información obtenida, se procede a realizar estos puntos dentro de nuestro proyecto o pulirlos si ya estaban hechos.
23/09/2022	En el curso se nos muestran los temas de introducción, resumen y conclusiones	Con dicha información obtenida, se procede a realizar estos puntos dentro de nuestro proyecto o pulirlos si ya estaban hechos.
30/09/2022	Presentación formal a grupo de compañeros simulando la presentación a jurados	Desarrollar capacidad para defender el proyecto y tener en cuenta posibles preguntas que se le presentaran a los jurados.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 AVANCES EN CONCORDANCIA AL CRONOGRAMA

Se hizo uso de la librería JXINPUT para obtener constantemente las coordenadas actuales de las palancas de los mandos. Esto se ve relacionado con el primer objetivo específico en lo que viene a ser la adquisición de información que los controles envían al PC, y con las actividades de la fase de desarrollo del segundo sprint para la detección de entradas análogas.

Luego se utilizó la librería WEKA para entrenar un modelo con aprendizaje automático capaz de detectar cuáles entradas son derivadas y cuáles no. Esto está en concordancia con el segundo objetivo específico en lo que viene a ser el uso de aprendizaje automático para entrenar un modelo, y con las actividades de la fase de desarrollo del segundo sprint para la creación de dicho modelo, como se puede ver en la figura 4.

Figura 11. Evidencia en consola de detección de deriva con aprendizaje automático.

```
the 0th class value:SI
the 1th class value:NO
SI
```

Fuente: Elaboración propia.

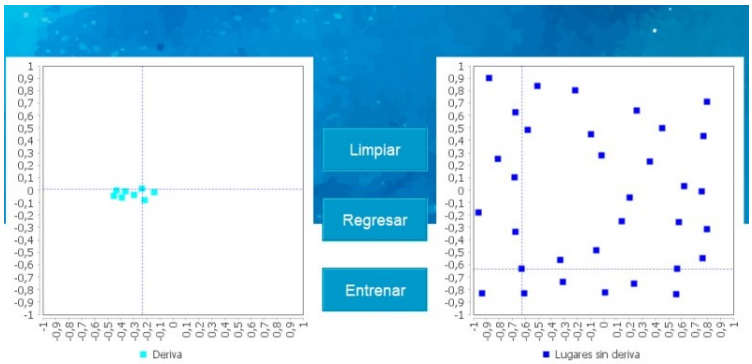
Haciendo uso de la librería JFreeChart se creó un aplicativo capaz de visualizar y corregir la deriva de entrada, el cual le permite al usuario declarar en qué coordenadas este sufre las derivas de entrada y en cuáles no.

Esto está en línea con el tercer objetivo específico, el cual se enfoca en el desarrollo de un aplicativo para probar el tiempo de respuesta en un caso práctico haciendo uso del modelo entrenado, y con las actividades de la fase de desarrollo y diseño del tercer y cuarto sprint como se puede ver en la figura 4.

Figura 12. Aplicativo desarrollado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Declaración de derivas.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez se creó el aplicativo, se decidió probarlo con diferentes algoritmos de aprendizaje automático en línea con el cuarto objetivo específico y las actividades de desarrollo del quinto sprint, haciendo uso de las funciones de métricas de evaluación de WEKA, ingresando los datos por medio de los paneles (**Figura 13**) en donde se ve dónde está pasando la deriva y donde no sucede la deriva.

Tabla 14. Métricas de evaluación de WEKA.

Instancias correctamente clasificadas	999 (100%)
Instancias incorrectamente clasificadas	0 (0%)
Estadística Kappa	1
Error medio absoluto	0.1603
Error cuadrático medio (RMSE)	0.2313
Error relativo absoluto	49.1585%
Desviación cuadrática media (RMSD)	55.2192%
Numero de instancias	999
Precisión	1.0
Exhaustividad	1.0

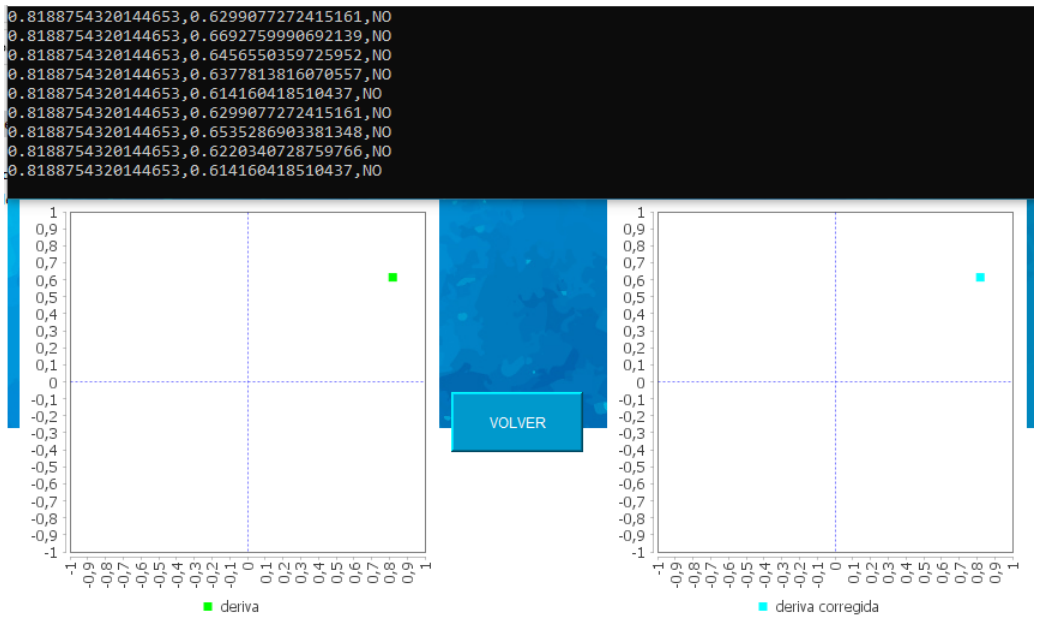
Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

El programa actualmente es capaz de detectar y visualizar el comportamiento de una de las palancas de control del mando, detectando coordenadas correspondientes o que se aproximen a la deriva de entrada que el usuario haya declarado.

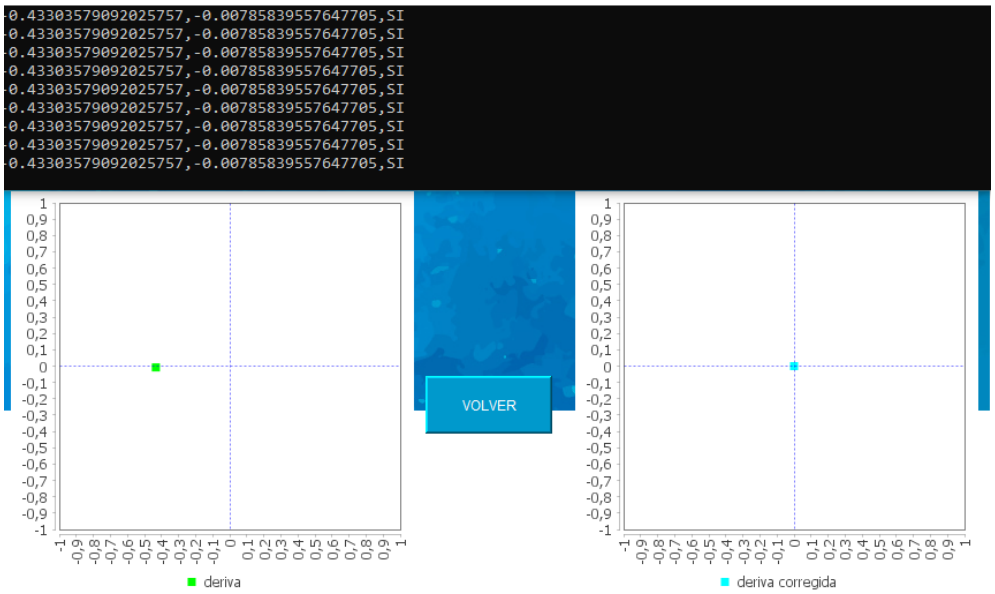
El programa presenta dos gráficas, una en donde el comportamiento del palanca de control se encuentra intacto, y otro en donde podemos observar que las coordenadas que son derivadas están siendo ignoradas, es decir, el aplicativo las pone en (0, 0); se decidió que el programa corregiría la deriva de esta forma debido a que la opinión popular, ya sea por redes sociales, conocidos, o experiencia personal, suele indicar que la deriva tiende a suceder cuando el usuario intenta llevar la palanca de control a su posición neutral, lo suelta o no lo está tocando.

Figura 14. Interfaz y deriva no detectada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Interfaz y deriva detectada.



Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en las figuras 14 y 15, el programa realiza la clasificación de las coordenadas constantemente en tiempo real al mover la palanca de control del mando en cualquier dirección. Se probo el aplicativo con 4 mandos que variaban en modelo (Ps3, Ps4, Xbox 360), tiempo de uso (2010, 2016, 2018) y marca (Microsoft, Sony), imágenes de estos mandos se pueden ver en los anexos.

Se realizaron pruebas con los cuatro mandos, cada mando presentaba deriva en distintos lugares.

El primer mando (**Anexo 1**) contaba con deriva en el II cuadrante entre las coordenadas A = (-0.3, 0.3), B = (-0.4, 0.3), C = (-0.4, 0.2), D = (0.3, 0.2) en el conjunto: polígono (A, B, C, D). Esta deriva sucedía al pasar sobre el cuadrante entre 2 a 3 veces con la palanca de mando.

El segundo mando (**Anexo 2**) contaba con deriva en el III cuadrante entre las coordenadas A = (-0.3, -0.1), B = (-0.5, -0.1), C = (-0.5, -0.3), D = (-0.3, -0.3) en el conjunto: polígono (A, B, C, D). Esta deriva sucede al rotar la palanca de mando por los bordes del mando, esta señal incorrecta de la palanca del mando queda atascada en las coordenadas ya mencionadas hasta desconectar el control y conectarlo.

El tercer mando (**Anexo 3**) contaba con deriva en el II cuadrante entre las coordenadas A = (-1.0, 0.5), B = (-0.7, 0.5), C = (-1.0, 0.2), D = (-0.7, -0.2) en el

conjunto: polígono (A, B, C, D) y en el cuadrante IV E = (0.2, -0.1), F = (0.5, -0.1), G = (0.5, -0.4), H = (0.2, -0.4) en el conjunto: polígono (E, F, G, H). Esta deriva sucede al prolongar el uso del mando entre 20 a 30 min de uso.

El cuarto mando (**Anexo 4**) contaba con deriva en la parte media de los 4 cuadrantes entre las coordenadas A = (0.2, -0.1), B = (0.2, 0.2), C = (-0.3, 0.2), D = (-0.3, -0.1) en el conjunto: polígono (A, B, C, D). Esta deriva no se logró reconocer en forma exacta como se presentaba, en la mayoría de los casos lo presento al pasar por los cuadrantes II y III, pero este se solvento volviendo a mover la palanca, en los casos donde la deriva estuvo más presente fue en el tiempo de uso del mando, entre 30 y 40 min.

Se medió el tiempo de respuesta del aplicativo al realizar el proceso de clasificación de la deriva, haciendo uso de 466 valores medidos como se puede ver en el (**Anexo 6**), se obtuvo un promedio de 0.005532311803 segundos.

Se realizaron las pruebas de asertividad en los mandos con tres distintos algoritmos clasificadores probados, en la tabla 15 tenemos los siguientes resultados de Máquinas de Vectores de Soporte, Kstar, K-Vecinos más Cercanos, Bayesiano Ingenuo:

Tabla 15. Comparación de métricas.

Máquinas de Vectores de Soporte	Instancias correctamente clasificadas	775 (77.5776%)
	Instancias incorrectamente clasificadas	224 (22.4224%)
	Estadística Kappa	0
	Error medio absoluto	0.2242
	Error cuadrático medio (RMSE)	0.4735
	Error relativo absoluto	49.1585%
	Desviación cuadrática media (RMSD)	55.2192%
	Numero de instancias	999
	Precisión	0.7757
	Exhaustividad	1.0
Kstar	Instancias correctamente clasificadas	651 (65.1652%)
	Instancias incorrectamente clasificadas	348 (34.8348%)
	Estadística Kappa	0.3549
	Error medio absoluto	0.3429
	Error cuadrático medio (RMSE)	0.5374
	Error relativo absoluto	105.1552%
	Desviación cuadrática media (RMSD)	128.2748%
	Numero de instancias	999
	Precisión	1.0
	Exhaustividad	0.5509
	Instancias correctamente clasificadas	657 (65.7658%)

K-Vecinos más Cercanos	Instancias incorrectamente clasificadas	342 (34.2342%)
	Estadística Kappa	0.3622
	Error medio absoluto	0.3472
	Error cuadrático medio (RMSE)	0.5762
	Error relativo absoluto	106.485%
	Desviación cuadrática media (RMSD)	137.5434%
	Numero de instancias	999
	Precisión	1.0
	Exhaustividad	0.5587
Bayesiano Ingenuo	Instancias correctamente clasificadas	999 (100%)
	Instancias incorrectamente clasificadas	0 (0%)
	Estadística Kappa	1
	Error medio absoluto	0.1603
	Error cuadrático medio (RMSE)	0.2313
	Error relativo absoluto	49.1585%
	Desviación cuadrática media (RMSD)	55.2192%
	Numero de instancias	999
	Precisión	1.0
	Exhaustividad	1.0

Fuente: Elaboración propia.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS/ DISCUSIÓN

Atreves del proyecto se comprendió y uso la comunicación que establece el mando hacia los distintos dispositivos, aislando la palanca de control como objetivo a solventar.

Se capturó la información de este por medio de coordenadas (**Figura 14**), adicional se usaron las gamas de mando Sony, Microsoft al ser los mandos más usados en PC, generando una visualización del comportamiento de los distintos mandos en el plano cartesiano (**Figura 15**) [11].

Entendiendo como se manejarían los datos, se escogió dos columnas las cuales van a tomar las coordenadas de X y Y para saber en todo momento donde se encuentra posicionado el cursor (**Fuente 14**).

Debido al análisis de datos y el hecho de que se manejó dos columnas numéricas y una categórica, se decido no realizar una limpieza de datos, ya que los datos no son ingresados por los usuarios sino por el mismo control, como el control no generara textos ni sentencias incorrectas que hagan necesario este tratamiento de los datos. Se utilizaron solo mandos que funcionaran en PC, debido a que no se tiene acceso a los sistemas operativos de otras plataformas en donde se puedan usar estos mandos.

Adicional se discutió en limitar la complejidad del sistema de aprendizaje automático, debido a que se necesitaba una alta cantidad de pruebas con cientos de mandos para poder generar un sistema lo suficientemente robusto para detectar la deriva sin participación del usuario. Por lo tanto, comprendiendo que estaba mal enfocado, se decidió que el usuario fuera quien nos apoyara a detectar la deriva por medio de su conocimiento de uso de su mando, simplificando el aprendizaje en donde el usuario por medio de la interfaz (**Figura 13**) se genera la forma de tomar los datos que se necesitaban para el aprendizaje, y continuar con la orientación del proyecto.

Se planteó usar un aprendizaje no supervisado que no necesita de datos etiquetados ni que se hayan procesado, pero debido a que no contamos con una cantidad de datos tan amplia, y teniendo una gran cantidad de datos etiquetados se escogió el aprendizaje supervisado, el cual requería de datos etiquetados, debido a que nosotros no hacemos un manejo de los datos, ya que son temporales.

Fue necesario pensar en un aprendizaje que con pocos datos etiquetados y muchos no etiquetados, lograra generar una predicción óptima, como vendría a ser el aprendizaje semi-supervisado, pero en la implementación de este se encontraron falencias en la aplicación por las características con las que contaba nuestro método de aprendizaje, por lo tanto, se continuó el desarrollo con un aprendizaje supervisado. Obteniendo buenos resultados.

Las métricas típicas que se utilizan para evaluar los algoritmos de aprendizaje automático fueron:

- Exhaustividad.
- Precisión
- Error medio absoluto.

Se realizaron pruebas en varios algoritmos, los cuales representaran un buen resultado para ser los algoritmos clasificadores, notamos que el Naive Bayes tenía un problema de sobre entrenamiento, por lo que solo detectaba como deriva las mismas coordenadas exactas que el usuario declara, sin detectar otras que muy posiblemente eran derivas y se encontraban dentro de esa misma área.

Exceptuando a este, Support Vector Machine tuvo el porcentaje más alto de aciertos con un 77.57%, en comparación con el Kstar y K-Nearest Neighbors los cuales tuvieron un porcentaje de 65.16% y 65.76% respectivamente (**Tabla 15**) [24].

Estableciendo el 70% como un buen nivel de predicción y con la poca cantidad de datos escogidos, se entendió el algoritmo de Support Vector Machine, como el mejor algoritmo aplicado al objetivo de nuestro programa, mostrando un buen rendimiento [24].

Adicional al depender del usuario para establecer los datos, los valores de asertividad cambiaban entre algoritmos al cambiar entre la cantidad de datos constantemente, pero a sí mismo, el que mostró un asertividad a lo largo del tiempo fue Support vector machine teniendo un valor mínimo de asertividad del 66% dándonos una certeza de implementación como algoritmo base en el aplicativo (**Tabla 15**).

Se exploró la posibilidad de futuras entregas dar una aprobación al modelo BPSC, limitado debido a que la exposición del aplicativo no se pudo introducir a las redes o sistemas de distribución de inherentes productos, por lo cual no se lograron probar las siguientes preguntas:

- ¿Se mejoró la experiencia del usuario en entornos virtuales con mandos que sufren deriva de entrada?
- ¿Aumentar la vida útil del mando?

Adicional se lograron refutar las preguntas:

- ¿Se demostró que el aprendizaje automático es una solución viable o no viable para aliviar la deriva de la palanca de control en mandos?

En el transcurso de la investigación se generó un producto, el cual respondió de forma eficaz a los objetivos planteados, teniendo una respuesta instantánea a la verificación de cada entrada, generando una comunicación usuario a máquina estable donde el intercambio de información y la comprensión de la máquina permitiría la corrección de la deriva.

Adicional tomando como punto de partida el aprendizaje automático logra vincularse de una forma ágil y precisa, afirmando que las fronteras del aprendizaje automático son más amplias de lo esperado, se quedó con certeza el rendimiento que tubo y el comportamiento que se le dio.

Se dejó como parte del avance a largo plazo generar una identificación más amplia de la deriva de entrada en cualquier dispositivo, a sí mismo establecer una medición que nos logre demostrar que se redujo el desecho de controles y la posibilidad de ejecutar el programa mientras se realice operaciones necesarias de este dispositivo.

7. CONCLUSIONES

Por medio de la información adquirida se entendió el funcionamiento del dispositivo, los componentes necesarios para entender como es la comunicación del periférico, comprendiendo la facilidad de leer las coordenadas adquiridas del mando al computador y la diferencia entre cada uno de los periféricos.

Finalmente, se llegó a entender el enfoque del aprendizaje automático por medio de la definición del método de aprendizaje escogido y adicional, los algoritmos que nos ayudaran a verificar si es rentable el aprendizaje automático y a sí mismo los riesgos de su uso, comprendiendo el margen de error de cada predicción el cual al ser bajo, disminuye el riesgo de no identificarla, pero sigue siendo un valor latente en cada predicción, por ende, al implementar predicciones constantes logramos estandarizar los errores para que la identificación del error sea más certera.

Por medio de la investigación se llegó a generar un sistema con el objetivo de corregir las derivas, que nos llevó a conocer y adaptar metodologías que apoyaron a centrar la investigación, comprendiendo cada componente que nos guio al entendimiento y uso de entradas de mandos, Gestión y desglose de documentos adyacentes a metodología ágil seleccionada, Diseño y desarrollo de aplicativo con organización (MVC), Aplicación y prueba de algoritmos de aprendizaje supervisado.

En el proceso de construcción se aplicó una deriva de entrada establecida por el usuario con un retraso de respuesta aceptable para un usuario, se estableció por medio de la interacción del usuario, comprendiendo y replicando la deriva en el software por medio del usuario, satisfaciendo la deriva de entrada restableciendo el control de la palanca a la coordenada (0,0), facilitando el control del dispositivo con esta falla.

Se idealizó en un futuro cercano mejorar el software, convirtiendo el programa en una solución más universal que no aplique a un solo tipo de deriva específico. Esto nos podría ayudar a idealizar la teoría de que el aprendizaje automático es una solución viable para este tipo de problemas, aceptando la limitación de que hasta ahora la inserción de la deriva es por medio del usuario.

Para concluir el gasto de recursos del dispositivo (RAM, Memoria, Procesador, etc.) como mínimo en el proceso que se ha realizado hasta el momento marcando un buen camino para ser una solución interesante y predispuesta a cumplir con la hipótesis afirmativa al uso de aprendizaje automático como una solución viable para la deriva de la palanca de control en mandos.

Se puso a prueba el mando por medio del mismo, comparando como este, por un lado, generaba la deriva mientras el otro le aplicaba la corrección, mejorando la

relación del mando del usuario, pero al mismo tiempo generando un reinicio de las coordenadas, perdiendo la frecuencia del movimiento, haciéndolo menos intuitivo.

8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La deriva de entrada en los mandos es un problema muy reciente y con poca cobertura oficial, debido a esto, encontrar material de apoyo para la solución del problema puede llegar a ser particularmente difícil, sin embargo, la otra cara de la moneda es que hay una gran cantidad de oportunidades para innovar y encontrar soluciones en esta área, ya sea usando aprendizaje automático u otras tecnologías.

En el trabajo que se llevó a cabo, para el componente de aprendizaje automático se tomó un enfoque supervisado para el aplicativo, debido a que esta era la manera más directa de probar la viabilidad de la solución con los recursos que se tienen disponibles, sin embargo, sería posible comprobar la hipótesis con diferentes métodos y pruebas, manejando más variables cualitativas y cuantitativas.

Los resultados de las pruebas, a pesar de ser positivas para la hipótesis del proyecto, se podría argumentar que fueron rudimentarias y sirven mayormente como una indicación más allá de un hecho concreto, debido a su simplicidad y bajo número de mandos probados. La implementación de la solución en un caso práctico, un aumento en los mandos probados, y el cambio de enfoque a aprendizaje semi-supervisado o no supervisado podría asistir a aprobar o reprobar de manera segura la hipótesis; se podría medir mejor el desempeño del aplicativo y posiblemente mejorarlo, así como también permitirnos discernir cuál enfoque es el mejor para el problema de la deriva de entrada.

Como tal se tienen en cuenta las posibles mejoras al desarrollo del proyecto:

- Crear un juego en Java que integre la solución creada o implementarla en un juego ya existente, para medir la dificultad y/o satisfacción de un usuario.
- Realizar pruebas con una mayor cantidad de mandos.
- Cambiar la metodología de desarrollo al cambiar el enfoque, debido a que diferentes enfoques pueden no ser compatibles con la metodología actual.
- Crear aplicaciones en lenguajes de programación distintos a Java para probar más algoritmos de clasificación no presentes en la librería WEKA.

Para futuros trabajos en desarrollo que busquen teclear el problema de la deriva de entrada y busquen poder identificar esta o irregularidades similares haciendo uso de aprendizaje automático, tenemos las siguientes sugerencias.

- En caso de usar Python como lenguaje de programación para el desarrollo del sistema de aprendizaje automático, existen librerías capaces hacer que

un aplicativo actúe como un mando para PC, lo cual permitirá probar el aplicativo en cualquier juego de PC.

- En caso de usar Java, programar un “device driver” para poder hacer lo mismo conservando el alcance “open-source” del proyecto.

Enfocarse en algoritmos de aprendizaje automático poco complejos debido a la simplicidad de los datos manejados.

9. LECCIONES APRENDIDAS

En las lecciones aprendidas la mayoría se centran en el compromiso del equipo de trabajo, cumplir con un cronograma y obtener un avance semanalmente. De esto se desprende el hecho de cumplir con las tareas asignadas a cada integrante del equipo, para así obtener el resultado esperado. Sobre la delimitación y definición del proyecto, se tuvo lección aprendida, ya que se necesitaba saber hasta qué punto llega nuestra investigación y artefacto, para no pasarnos de ese marco definido y tener mejores resultados al final del proyecto.

La elaboración del BPSC nos hizo ver de manera global lo que se busca con el proyecto, identificando lo faltante y los elementos necesarios para llegar a terminarlo de manera exitosa. Eso en cuanto a la metodología, avance y delimitación del proyecto, en cuanto a la parte técnica se tienen lecciones aprendidas sobre el lenguaje de java y sus librerías, obteniendo el mejor estándar de programación para el artefacto. Documentación completa y la correcta división de clases en sus respectivos paquetes.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Benassi. “Nintendo continues to sell products that fail prematurely, which is harming consumers and the environment”, The European Consumer Organization (BEUC), January 27, 2021. Ref.: BEUC-X-2021-002/UPA/PGA/rs.
[2] Nintendo UK, “Repair and replacement fees for products outside of warranty or without proof of purchase”, October 1, 2021, Information about Repair Prices (UK and Ireland) | Support | Nintendo.
[3] A. Marie, A. DeBellis, U.S. PIRG Education Fund, “What are Coloradans Fixing?”, October 1, 2019, [Online]. Available: https://uspirgedfund.org/reports/usp/what-are-coloradans-fixing.
[4] Gonçalves G., Mourão É., Torok L., Trevisan D., Clua E., Montenegro A. (2017) “Understanding User Experience with Game Controllers: A Case Study with an Adaptive Smart Controller and a Traditional gamepad”. In: Munekata N., Kunita I., Hoshino J. (eds) Entertainment Computing – ICEC 2017. ICEC 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10507. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66715-7_7.
[5] T. Andersson, H. Stromsholm, “Immersion, Make and Break the Game - a Study on the Impact of Immersion”, May 31, 2018, [Online]. Available: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1480372/FULLTEXT01.pdf.
[6] C. Kriner & D. Smith, “Diaz v. Nintendo of America”, Inc., No. 2:19-cv-01116-TSZ (W.D. Wash).
[7] C. Kriner & D. Smith, “Sony PS5 DualSense Controller Drift Class Action Investigation”, No. 1:21-cv-01299, [Online]. Available: https://b864z3oqt95d3b2g22x5rw10-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2021/02/Dkt.-1-Complaint-H0102439xCF4AF.pdf.
[8] J. Carvajal Soto, F. Tavakolizadeh & D. Gyulai, “an Online Machine Learning framework for early detection of product failures in an Industry 4.0 context”, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 32:4-5, 452-465, 2019, DOI: 10.1080/0951192X.2019.1571238.
[9] Imeri, Amil, “Prediction of failures of IoT devices by using Machine Learning”, pp. 1-77, July 6, 2021, DOI: http://dx.doi.org/10.18419/opus-11787.
[10] Yeung, Michael, et al. “System and method of resolution prediction for multifunction peripheral failures”. U.S. Patent Application No 15/911,844, 5 Sept. 2019.
[11] “KY-023 Joystick module (XY-Axis) Datasheet”, Joy-IT, 2017.
[12] L. Saiz-Adalid, J. Gracia-Morán, D. Gil-Tomás, J. -. Baraza-Calvo and P. Gil-Vicente, "Ultrafast Codes for Multiple Adjacent Error Correction and Double Error Detection," in IEEE Access, vol. 7, pp. 151131-151143, 2019, DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2947315.
[13] Y. Chen, Y. Liu, J. Zhao and Q. Zhu, “Mobile Edge Cache Strategy Based on Neural Collaborative Filtering” in IEEE Access, vol. 8, pp. 18475-18482, 2020, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2964711.
[14] T. David; O. Kyle; S. Scott. “The Videogame Style Guide and Reference Manual. Power Play Publishing”, p. 21, 2007, ISBN 9781430313052.

[15] B. Fitzgerald, C. Ryan and J. Sullivan, “An Early-Life NAND Flash Endurance Prediction System”, in IEEE Access, vol. 9, pp. 148635-148649, 2021, DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3124604.
[16] J. Luo, Q. Huang, S. Wang and Z. Wang, “Error control coding combined with content recognition”, 2016 8th International Conference on Wireless Communications & Signal Processing (WCSP), 2016, pp. 1-5, DOI: 10.1109/WCSP.2016.7752591.
[17] A. L. Buczak and E. Guven, "A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection", in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, no. 2, pp. 1153-1176, Second quarter 2016, DOI: 10.1109/COMST.2015.2494502.
[18] Frank E. Wittler, Lyndon B. Johnson, “Apollo Experience Report Crew Station Integration, National Aeronautics and Space Administration”, Washington, D. C., March 1975, [Online]. Available: https://www.hq.nasa.gov/alsj/tnD7884HandContrlr.pdf.
[19] M. Webster, “Joystick”, [Online]. Available: https://www.merriamwebster.com/dictionary/joystick.
[20] IBM Cloud Education, “What is Machine Learning?” | IBM [Online]. Available: https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning.
[21] M. Hill, “Science/Engineering/Math”, ISBN: 0070428077 [Online]. Available: Machine - Learning - Tom Mitchell.pdf (cmu.edu).
[22] T. Mitchell, M. Hill, “Machine Learning”, 1997, ISBN: 00700428077.
[23] E. Alpaydin, “Introduction to Machine Learning (Fourth ed.) MIT”. pp. 1-3, 13-18, 2020, ISBN: 978-0262043793.
[24] Amazon, “Collection Labeled Data Evaluating ML models” [Online]. Available: https://docs.aws.amazon.com/es_es/machinelearning/latest/dg/evaluating_models.html.

11. ANEXOS

11.1 ANEXO 1. MANDO A USADO CON EL APLICATIVO.

Fuente: Elaboración propia.

11.2 ANEXO 2. MANDO B USADO CON EL APLICATIVO.

Fuente: Elaboración propia.

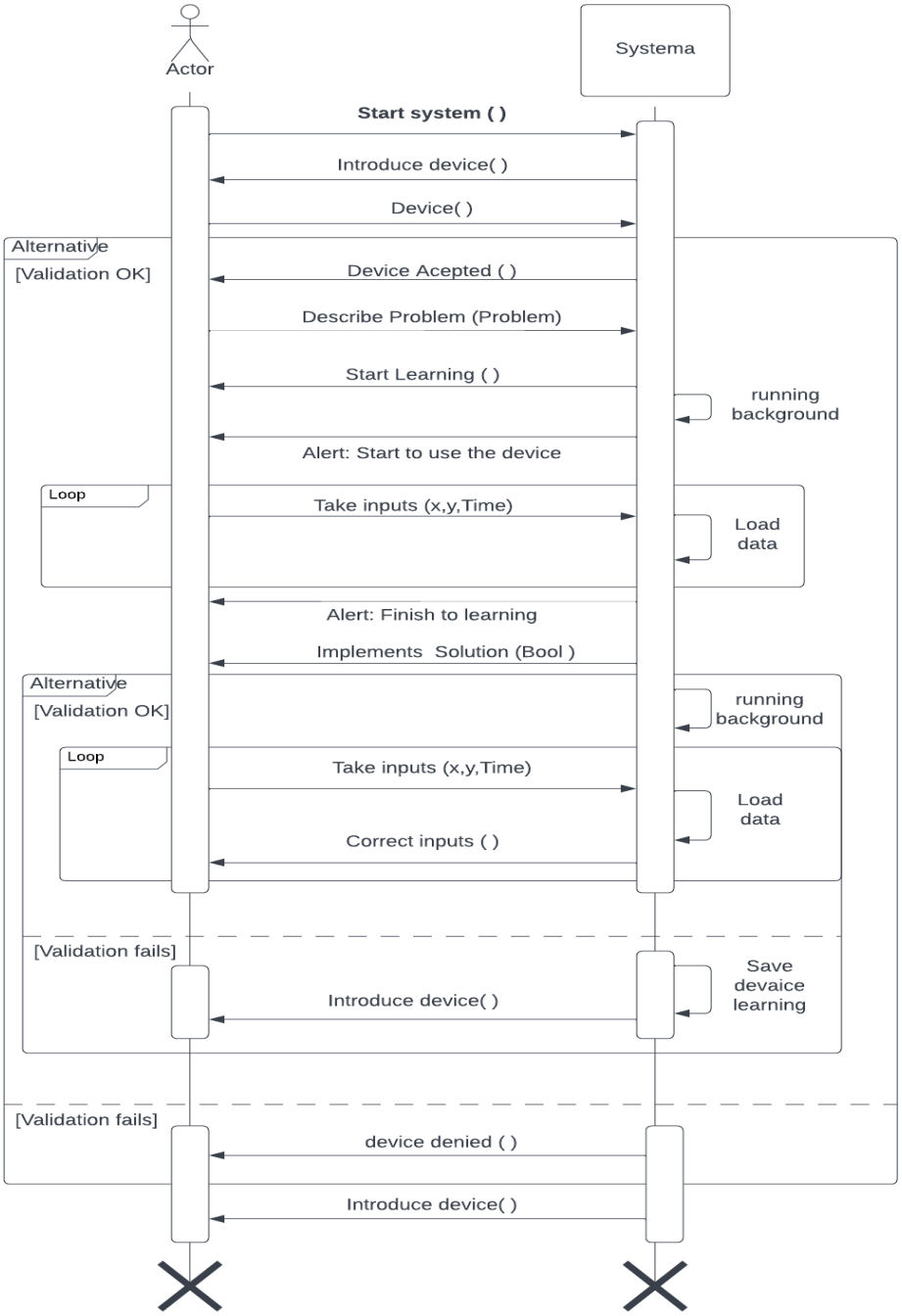
11.3 ANEXO 3. MANDO C USADO CON EL APLICATIVO.

Fuente: Elaboración propia.

11.4 ANEXO 4. MANDO D USADO CON EL APLICATIVO.

Fuente: Elaboración propia.

11.5 ANEXO 5. DIAGRAMA DE SECUENCIA.



Enlace:
https://lucid.app/lucidchart/742ee953-8504-4899-9e6e-46e0495a4638/edit?viewport_loc=-1641%2C-1241%2C4760%2C1840%2C0_0&invitationId=inv_adf14aa0-3d0e-4c9d-9b81-f00b0b717f05

11.6 ANEXO 6. Tabla de tiempos medidos.

Valores:	0.0028222s	Promedio:	0.005532311803s
	0.0001849s		
	0.0156199s		
	0.0001678s		
	0.0003047s		
	0.0179901s		
	0.0153199s		
	0.0183699s		
	0.0001726s		
	0.0001874s		
	0.0169301s		
	0.0001623s		
	0.0163799s		
	0.0002311s		
	0.0001547s		
	0.0169699s		
	0.0164801s		
	0.0001745s		
	0.0152199s		
	0.0270601s		
	0.0001888s		
	0.0174199s		
	0.0002013s		
	0.0000024s		
	0.0001873s		
	0.0169001s		
	0.0153499s		
	0.0000215s		
	0.0001405s		
	0.0201001s		
	0.0028222s		
	0.0001849s		
	0.0156199s		
	0.0001678s		
	0.0003047s		
	0.0179901s		
	0.0153199s		
	0.0183699s		
	……		

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1qD9pkeeCa0VVlOPZhsSbzWFHDzBAM03sE7xP3zSz4vI/edit?usp=sharing