



**Trabajo Final de Graduación**

**Ingeniería en Software**

**Proyecto de Aplicación Profesional (PAP)**

**Sistema de seguimiento de uso cotidiano contra el olvido de  
elementos importantes**

**Desarrollo de un prototipo de sistema y dispositivo lector de elementos mediante RFID**

**Cena, Andrés Gustavo**

**SOF00101**

**2017**



## Resumen

La *memoria prospectiva* nos permite a los humanos planificar acciones a futuro y dado el momento oportuno poder ejecutarlas correctamente. Debido al estilo de vida actual, gran parte de las personas sufren del mal funcionamiento de la memoria prospectiva, esto es, que incumplen con las acciones planificadas a causa de que incurrieron en el olvido de elementos importantes y necesarios para la actividad. En la provincia de Córdoba, este problema *aqueja al 56% de la población*, generando en estas personas *desconfianza de sus capacidades* y, para la provincia, pérdidas económicas que superan los *7 millones de pesos* mensuales. Es por esto que el siguiente trabajo final de graduación se basa en el desarrollo de una innovación tecnológica que permita resolver o mitigar este problema. Dicha innovación consta del diseño e implementación de un prototipo de sistema y dispositivo lector de elementos mediante *RFID*. El prototipo de lector RFID está construido sobre una placa de desarrollo *Arduino UNO R3* encargado de gestionar: la comunicación con el celular mediante *Bluetooth HC-06*, la lectura de los movimientos realizados por el usuario a través de un sensor *acelerómetro MPU-6050* y la identificación de los elementos que no deben ser olvidados mediante el lector RFID *RC522*. El prototipo de sistema consiste en una aplicación móvil nativa de Android construida bajo una arquitectura de comunicación entre dispositivos. Este prototipo permite a las personas prescindir de las etapas de *retención* e *iniciación* de la memoria prospectiva, ya que es la aplicación móvil la encargada de almacenar las actividades y elementos necesarios, por lo que el sistema en conjunto permite, una vez realizada la retención, generar en el momento adecuado la iniciación y notificar al usuario sobre aquellos elementos que está olvidando.

Palabras claves: memoria prospectiva, RFID, Bluetooth, Arduino, acelerómetro, Android.

## **Abstract**

Prospective memory allows humans to plan future actions and at the right time, execute them correctly. Due to the current lifestyle, most people suffer from the malfunction of the prospective memory, that is to say, that they fail to carry out the planned actions because they have forgotten important and necessary elements for the activity. In the province of Cordoba, this problem afflicts 56% of the population, generating in these people distrust of their capacities and, for the province, economic losses that exceed 7 million pesos per month. This is why the next thesis is based on the development of a technological innovation that can solve or mitigate this problem. This innovation consists of the design and implementation of a prototype system and RFID element reader device. The prototype RFID reader is built on an Arduino UNO R3 development board is in charge of managing: communication with the cell phone using Bluetooth HC-06, reading the movements performed by the user through an MPU-6050 accelerometer sensor and the identification of items that should not be forgotten by the RC522 RFID reader. The prototype system consists of a native Android mobile application built under an inter-device communication architecture. This prototype allows people to dispense with the stages of retention and initiation of prospective memory, since it is the mobile application in charge of storing the activities and necessary elements so that the system as a whole allows, once the retention has taken place, generate at the right time the initiation and notify the user about those elements that is forgetting.

Keywords: prospective memory, RFID, Bluetooth, Arduino, accelerometer, Android.

## Tabla de contenido

Resumen .....	3
Abstract.....	4
Título .....	7
Introducción.....	7
<i>Justificación</i> .....	9
Objetivo general del proyecto .....	11
Objetivos específicos del proyecto .....	11
Objetivo general del sistema.....	11
Límite .....	11
Alcance .....	11
No contempla.....	12
Marco Teórico .....	13
<i>La memoria retrospectiva</i> .....	13
<i>La memoria prospectiva</i> .....	19
<i>T.I.C (Tecnología de la Información y Comunicación)</i> .....	22
<i>Microcontroladores</i> .....	22
<i>Acelerómetros</i> .....	35
<i>Bluetooth</i> .....	38
<i>Tecnología RFID</i> .....	43
<i>Sistemas operativos móviles</i> .....	46
<i>Metodología ágil de desarrollo de software para aplicaciones móviles</i> .....	50
<i>Desarrollo de aplicaciones móviles</i> .....	53
<i>Competencia</i> .....	57
Diseño metodológico.....	60
Relevamiento estructural .....	62
<i>Ubicación física</i> .....	62
<i>Población</i> .....	62
<i>Recursos tecnológicos</i> .....	62
Relevamiento funcional.....	63

Diagnóstico.....	64
Propuesta .....	66
Requerimientos funcionales .....	69
<i>Módulo Configuración</i> .....	69
<i>Módulo Planificación</i> .....	70
<i>Módulo Iniciación</i> .....	71
Requerimientos no funcionales .....	71
<i>Requerimientos de producto</i> .....	72
<i>Requerimientos organizacionales</i> .....	72
Requerimientos candidatos.....	72
Análisis y diseño.....	74
<i>Seguridad de la información</i> .....	87
Presupuesto.....	89
<i>Modelo de negocio Canvas</i> .....	89
<i>Diagrama de planificación de actividades</i> .....	90
<i>Análisis de riesgos del proyecto</i> .....	92
<i>Presupuesto del prototipo</i> .....	93
<i>Presupuesto de desarrollo del producto final</i> .....	93
<i>Retorno de inversión</i> .....	95
Conclusiones.....	96
Anexo I.....	99
<i>Encuesta</i> .....	99
<i>Mercado/Proyección</i> .....	99
<i>Conclusiones del estudio</i> .....	102
Bibliografía.....	103
<i>Libros</i> .....	103
<i>Publicaciones periódicas</i> .....	104
<i>Fuentes de internet</i> .....	105

## **Título**

Sistema de seguimiento de uso cotidiano contra el olvido de elementos importantes.

## **Introducción**

La temática del TFG es seleccionada en base al planteamiento de una necesidad irresuelta de la vida cotidiana: “El olvido de elementos importantes de uso cotidiano”. Una búsqueda en torno a los métodos existentes para la solución de la misma evidencia una falta de soluciones a dicha necesidad.

Se realiza una encuesta en la provincia de Córdoba durante las 18:30 horas del sábado 20 de agosto de 2016 y las 11:30 horas del domingo 21 de Agosto de 2016 utilizando como medios de difusión la red social Facebook y WhatsApp, aplicando un sistema social-colaborativo para que la misma pudiese propagarse rápidamente y cubriese todos los segmentos etarios y de géneros, intentando que la misma se centrara en la provincia de Córdoba. El total de personas encuestadas fueron 109. De las cuales el 56% afirman olvidar elementos importantes del quehacer diario al momento de retirarse de un lugar. El restante 44% de las personas que respondieron que jamás les ocurrió olvidarse de algún elemento se les indagó sobre si poseían un don innato (31.3%) o si utilizaban técnicas para recordar (68.7%). En caso de que respondieran que utilizaban técnicas, se les indagaba sobre las mismas para de este modo intentar encontrar un patrón de buenas prácticas que ayuden a las personas que afirman olvidar elementos. A su vez, el estudio refleja que el 54% de estas personas encuestadas aseguran que han llegado tarde a sus obligaciones de trabajo por haber olvidado un elemento importante, esto se traduce a que esta problemática repercute, no solamente en la persona que olvida y sus relaciones interpersonales, sino que también impacta negativamente en cuestiones económicas y de

negocio (considerando el olvidarse un elemento y haber perdido una hora de trabajo al mes arroja una pérdida de \$7.149.395).

En la actualidad, los mecanismos disponibles para mitigar esta problemática abarcan desde soluciones medicinales tales como vitaminas y ejercicios de memoria hasta otras más cotidianas como ser realizar notas en papeles, brazos y manos, programar alarmas en el celular, pedir a alguien que lo recuerde, entre otras.

En el mercado se hallan desarrollos de dispositivos electrónicos, que mediante el uso de la tecnología bluetooth, etiquetas activas adosadas a los elementos que *no se quieren perder* y un celular como intermediario entre el dispositivo y las etiquetas, resuelven una problemática específica. La principal diferencia radica en que la mayoría de estos dispositivos nombrados se basan en la pérdida de elementos y no en el olvido de los mismos. Otra diferencia es el empleo de la tecnología a utilizar, estas etiquetas activas poseen un costo elevado (U\$S 25 la unidad aproximadamente) necesitando de baterías para funcionar, mientras que las etiquetas empleadas en este proyecto son de bajo costo (U\$D 0.25 la unidad) debido a que las mismas son de tecnología pasiva que prescinden del uso de baterías removibles. Actualmente en la plataforma de financiación colectiva *KickStarter* se encuentra un proyecto llamado *GearEye* que utiliza la misma tecnología que la propuesta en este trabajo que permite conocer si se encuentran todos los elementos necesarios para emprender una actividad y también hallar un elemento perdido, sin embargo, entre las limitaciones que tiene es que está enfocado al público que se dedica a la fotografía amateur o profesional (para más información en la sección Competencias se profundiza esta temática).

Por todo lo descripto anteriormente, se busca dar respuesta a: ¿Cómo es posible resolver el olvido de elementos importantes de uso cotidiano mediante una innovación acorde a los avances tecnológicos del siglo XXI?

## *Justificación*

Es importante llevar a cabo el proyecto porque 6 de cada 10 personas padecen de esta problemática del olvido y porque no hay una solución tecnológica en el mercado que los ayude a mejorar su situación. El proyecto se basa en el uso de la tecnología disponible actualmente para realizar una innovación en la resolución de la problemática acorde a los avances del siglo XXI, por lo que se busca, mediante una solución tecnológica, mitigar el impacto que genera el olvido de elementos en el 56% de las personas que lo padecen intentando mejorar significativamente su calidad de vida y del entorno que las rodea.

Según datos del INDEC los ingresos promedios de los asalariados del aglomerado Gran Córdoba al 2º semestre de 2015 son de \$6.681. Suponiendo una base en hora de 40 semanales, el costo en horas es de \$41.75. En base a lo relevado, y teniendo en cuenta a aquella población que trabaja o estudia y trabaja, el olvidarse un elemento y haber perdido una hora de trabajo al mes arroja una pérdida estimada en más de \$7 millones (costo que asume algún integrante de la cadena). Si se tuviera en cuenta a aquellas personas que han perdido el día entero de trabajo o que han perdido una oportunidad de negocio el número sería aún mucho más grande.

En lo personal, esto evitaría en las personas que sufren la problemática: pérdidas de oportunidades, sentimientos de culpabilidad, y todo aquello que se genera en la psiquis cuando alguien olvida algo.

Sólo en la provincia de Córdoba, esta solución ayudaría a un estimado de más de 250 mil personas que sufren de la frecuencia de olvido todos los días, al menos una vez a la semana y por lo menos una vez al mes, con consecuencias de severidad media y grave, que poseen Smartphone y usan algún tipo de bolso.

Se observa que la mayoría de los dispositivos que existen actualmente en el mercado apuntan a solucionar el inconveniente de las pérdidas de elementos o como en

el caso de *GearEye*, que realiza el foco en el olvido, se puede afirmar que no apunta al mismo mercado, mientras que esta solución busca dar respuesta al problema del olvido de elementos importantes de uso cotidiano, por lo cual, se puede afirmar que son soluciones orientadas a distintas problemáticas.

## **Objetivo general del proyecto**

Diseñar e implementar un prototipo de dispositivo electrónico y el software necesario para realizar el seguimiento de elementos importantes necesarios para el correcto desarrollo de una actividad tales como: documentos físicos de trabajo, dispositivos portátiles, herramientas de trabajo, tarjetas de identificación o crédito, entre otros.

## **Objetivos específicos del proyecto**

- Conocer el estado actual del conocimiento sobre la memoria prospectiva.
- Crear una solución acorde a la problemática mediante el uso de las técnicas, procesos y herramientas disponibles para un proyecto de ingeniería de software.

## **Objetivo general del sistema**

Realizar el seguimiento de los elementos importantes de uso cotidiano que permitan en el plazo de un mes de utilización del sistema reducir los costes laborales asociados al olvido para aquellas empresas radicadas en la provincia de Córdoba en un 99%.

## **Límite**

Desde la etapa de *retención* de los elementos importantes necesarios para desarrollar la actividad hasta la etapa de *iniciación* de la actividad planificada.

## **Alcance**

- Etapa de *retención*: consiste en almacenar en la memoria retrospectiva la intención de realizar alguna acción conforme a lo estipulado en la etapa de *formación*.

- Etapa de *iniciación*: radica en auto-iniciar la acción en el tiempo y espacio adecuado de acuerdo a lo recordado en el momento de inicio de la acción basado en lo almacenado en la memoria retrospectiva durante la etapa de *retención*.

### **No contempla**

El sistema no contempla las etapas de *formación* y *ejecución*.

## Marco Teórico

En el siguiente marco teórico se busca entender qué es la memoria humana desde dos categorizaciones de la misma: memoria retrospectiva, que es aquella que se basa en los recuerdos previos memorizados, y la memoria prospectiva, la cual, es la memoria que permite planificar y modelizar eventos y situaciones futuras. Desde el punto de vista de la memoria retrospectiva se busca entender: los componentes del sistema memoria, los modelos más básicos de la memoria humana de corto plazo, el modelo de memoria de largo plazo, cómo la memoria: registra, retiene y evoca los recuerdos. Mientras que desde el enfoque de memoria prospectiva se intenta encontrar respuestas a: los estímulos disparadores de acciones en la memoria prospectiva, cómo la memoria planifica, qué mecanismos se activan al momento de la planificación, el modelo de memoria prospectiva. Para finalmente conocer aquellos factores que inciden en el malfuncionamiento de la memoria prospectiva. Por otro lado, este marco teórico comprende la parte de T.I.C (Tecnología de la Información y Comunicación), donde se tratan todos los temas referidos a la tecnología necesaria para poder dar solución a la temática del proyecto, como ser: microcontroladores, acelerómetros, Bluetooth, tecnología RFID, sistemas operativos móviles, metodología ágil de desarrollo de software para aplicaciones móviles y desarrollo de aplicaciones móviles.

### *La memoria retrospectiva*

La memoria es la capacidad de adquirir, mantener, organizar y recuperar recuerdos de personas, eventos, espacios, conocimientos, entre otros, que permite a los humanos dar un sentido de continuidad para desenvolverse diariamente. La memoria es un sistema que puede subdividirse en dos componentes estructurales: memoria a corto plazo o denominada también memoria de trabajo, utilizada para almacenar información

temporal y limitada y memoria a largo plazo la cual almacena información ilimitada y por tiempo indefinido (Bernal, 2005; Grieve, 1995; Peñaloza, 2000).

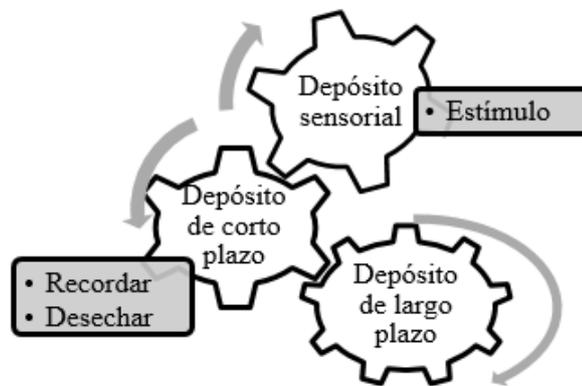
La memoria a corto plazo, es una memoria inmediata con capacidad para almacenar entre 5 y 9 elementos (comúnmente llamados unidades de información), se encuentra sumamente relacionada con los estímulos sensoriales y, la cual, rápidamente luego de su uso es desechada. Ejemplos de la misma son: retener la suma previa durante una operación de multiplicación, organizar las palabras subsiguientes a decir mientras se mantiene una conversación, entre otros (Bernal, 2005; Grieve, 1995).

El otro componente del sistema memoria sería el de largo plazo, suficientemente opuesto a la memoria de corto plazo en cuanto a sus características pero que sin embargo están muy ligadas, permite almacenar grandes cantidades de información durante largos períodos de tiempo y está ampliamente relacionada con el proceso de aprendizaje. Ejemplo de la misma es: recordar quiénes somos, nuestro lenguaje, entre otros (Bernal, 2005; Grieve, 1995).

En cuanto a los modelos de memoria de corto plazo se pueden diferenciar dos teorías: modelo multidepósito de la memoria de Atkinson y Shriffrin y modelo de memoria de trabajo de Baddeley (Grieve, 1995; Peñaloza, 2000).

El modelo multidepósito de la memoria sugiere tres depósitos o almacenes de información: memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. La memoria sensorial codifica la información dependiendo de los estímulos recibidos, los mismos pueden ser: visuales (icónicas), auditivos (ecoicas) y táctiles, siendo su tiempo de procesamiento de unos pocos milisegundos. El depósito de memoria a corto plazo utiliza como método de codificación el auditivo-lingüístico-verbal, por lo que al intentar realizar una tarea de recordar se activan atributos relacionados con el sonido o lenguaje. Para realizar la transferencia desde el depósito de corto plazo a un almacén de mayor

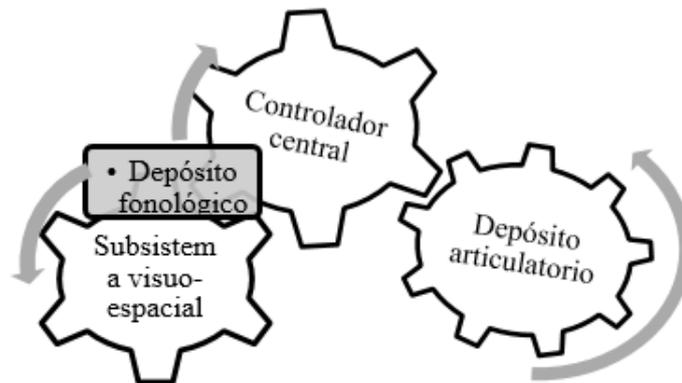
capacidad y duración (depósito de largo plazo) el modelo multidepósito propone lo que denomina repaso o ensayo, la cual es una técnica controlada por la persona que permite retrasar el debilitamiento del recuerdo por el paso del tiempo. Por último, el modelo de Atkinson y Shiffrin sugiere el depósito de memoria de largo plazo, el cual previamente se definió con la capacidad de retener la información por un largo período de tiempo, siempre y cuando la información a recordar sea fácilmente codificable por la persona mediante la técnica de repaso o ensayo definida previamente (Grieve, 1995; Peñaloza, 2000).



*Figura 1* Modelo de memoria multidepósito de Atkinson y Shiffrin (Grieve, 1995)

Debido a las deficiencias en el modelo de Atkinson y Shiffrin surge otro modelo llamado modelo de memoria de trabajo de Baddeley. El mismo reemplaza el modelo único de depósito de corto plazo por multidepósitos temporales, ideándolo como un sistema de tres partes que contiene: un sistema de control central, el subsistema articulatorio (voz interna) y el subsistema visuo-espacial. En el subsistema articulatorio se almacena a corto plazo en el depósito fonológico la información basada en el lenguaje y tiene una capacidad limitada por el número de elementos. El otro subsistema, llamado visuo-espacial se almacena en el corto plazo todo lo que no puede ser ensayado verbalmente como ser información espacial o imágenes visuales, a su vez permite acceder a imágenes visuales de la memoria a largo plazo. Por último, el modelo de memoria de trabajo hace mención al sistema de control central el cual permite realizar el repaso

subvocal de la información para mantener activa la información almacenada en el registro fonológico, posee capacidad limitada de atención, controla el procesamiento de todos los subsistemas de la memoria y, a su vez, traduce lo representado visualmente a un formato fonológico (Grieve, 1995; Peñaloza, 2000).



*Figura 2* Modelo de memoria de trabajo de Baddeley (Grieve, 1995)

En cuanto a un modelo de memoria de largo plazo resalta el de Tulving por ser el primero el realizar la distinción de al menos tres sistemas: memoria episódica, memoria semántica y memoria procesal. La memoria episódica está relacionada con acontecimientos espacio-temporales, son autobiográficas, como, por ejemplo, recordar dónde te encontrabas el día en que cayeron las torres gemelas, por lo que se puede decir que tiene como referencia lo que al sujeto le ocurrió personalmente. Por otra parte, la memoria semántica almacena experiencias permanentemente sin tener relación con los acontecimientos espacio-temporales en el momento del aprendizaje, como por ejemplo, saber que una bicicleta es un vehículo con dos ruedas y a pedal, por lo que no se necesita conocer la información espacio-temporal del momento del aprendizaje. Por último, el modelo hace mención a la memoria procesal, la cual, es un proceso inconsciente, como ser: andar en bicicleta o patear la pelota, todos recuerdan cómo hacerlo pero no pueden explicar cómo lo hacen (Grieve, 1995).

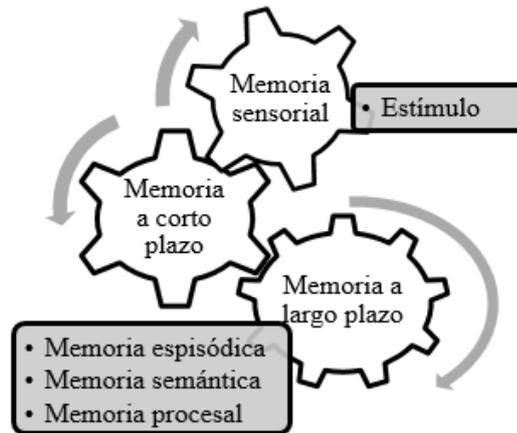


Figura 3 Modelo de memoria a largo plazo de Tulving (Grieve, 1995)

Continuando con el sistema memoria a largo plazo, es importante destacar que entre los sistemas de memoria episódica y memoria semántica existe una interrelación, la mayoría de los aprendizajes comienzan siendo resueltos por la memoria episódica y luego de la práctica o reiteración se convierten en conocimientos de la memoria semántica, como por ejemplo aprender a conducir, el aprendizaje se basa inicialmente a la asociación de un tipo de automóvil o espacio destinado para escuela de conducción (memoria episódica) y luego de mucha práctica el proceso se automatiza y pasa a ser parte del conocimiento (memoria semántica), por lo que permite conducir distintos coches y en ubicaciones distintas a la de la escuela de conducción (Bernal, 2005; Grieve, 1995).

En el sistema de largo plazo se diferencian al menos tres niveles de procesamiento: *registro*, que consiste en la codificación de la información en el momento del aprendizaje, *retención*, que se encarga del almacenamiento a largo plazo de la información aprendida y, por último, *evocación*, que permite a partir de la memoria almacenada acceder al recuerdo. En el nivel de registro, la codificación es un proceso activo que tiene distintos grados de profundidad dependiendo en mayor o menor medida de la elaboración de la huella en la memoria, esto es cuánta importancia se le da a la información o qué grado de significación se le agrega a la misma, para de este modo permitir un acceso exitoso al sistema memoria, siendo un ejemplo del mismo, para registrar el nombre de una persona

y posteriormente recordarla fácilmente podría ser indagarla también sobre su ciudad de origen y a qué se dedica a parte de intentar registrar su aspecto físico. Por otra parte, la retención se ocupa de mantener la información registrada previamente en la huella memoria, protegiéndola del paso del tiempo y de la interferencia, siendo su relación directa con el grado de profundidad del registro. Por último, en la evocación, se destacan tres procesos: *recuerdo*, el cual se presenta como el proceso más difícil debido a que no se cuenta con ninguna información adicional de ayuda, como ser saber el nombre de una persona por el lugar y trabajo en el que se desempeña, *recuerdo con claves*, que facilita la tarea de recordar mediante la adición de cierta información útil, como ejemplo recordar el nombre de una persona a partir del lugar que trabaja y sus iniciales, y *reconocimiento*, es el de mayor rendimiento ya que permite instantáneamente a partir de un elemento presentado realizar el reconocimiento, siendo un ejemplo reconocer mediante una fotografía y nombres de varias personas aquella que trabaja en cierto lugar (Grieve, 1995; Peñaloza, 2000).

Todo lo referido hasta este punto se basa en entender lo relacionado a la memoria retrospectiva, que previamente se definió como la memoria que retiene todos los recuerdos previos, se han desarrollado y entendido los siguientes conceptos: componentes del sistema memoria, los cuales son de corto plazo y largo plazo, los modelos más básicos de la memoria humana de corto plazo, como ser el *Modelo de memoria multidepósito de Atkinson y Shiffrin* y el *Modelo de memoria de trabajo de Baddeley*, el modelo de memoria de largo plazo, siendo el más importante por ser considerado como la primer aproximación al sistema de largo plazo el *Modelo de memoria a largo plazo de Tulving* y por último se diferenciaron al menos tres niveles de procesamiento de la información del sistema de largo plazo, siendo estos: *registración*, *retención* y *evocación* de los recuerdos.

### *La memoria prospectiva*

A diferencia de la memoria retrospectiva (memoria autobiográfica o episódica), que permite recordar eventos del pasado tales como aprendizajes, hechos sucedidos, entre otros, la memoria prospectiva es aquella que permite almacenar y posteriormente recordar planes o acciones a futuro, en otras palabras, consiste en recordar realizar una acción a futuro y ejecutarlo de acuerdo a un plan previamente programado (Figuroa, Wilson y Injoque-Ricle, 2009; Ustárroz y Muñoz-Céspedes, 2005).

La memoria prospectiva es fundamental para poder desarrollar correctamente multiplicidad de actividades cotidianas, a diario se generan instrucciones que no pueden ser desarrolladas en lo inmediato o se incorporan acciones no rutinarias como resultado de intenciones previas que deben ser exhaustivamente controladas y planificadas para ser llevadas a cabo correctamente mediante la aplicación de funciones ejecutivas o la también llamada memoria de trabajo (Figuroa, Wilson y Injoque-Ricle, 2009; Ustárroz y Muñoz-Céspedes, 2005).

Tal lo expuesto anteriormente, la memoria prospectiva tiene relación con la memoria de trabajo mediante un concepto denominado SAS (Sistema Atencional Supervisor) que se activa cuando se presenta una actividad no rutinaria, el SAS pone en acción procesos de anticipación (reconocimiento de actividades futuras), introduce objetivos, planifica (plan para facilitar la realización) y monitoriza (comprobación del resultado) para de este modo desarrollar la actividad exitosamente. Es por ello que la memoria prospectiva es una actividad auto-iniciada, significando esto recordar en el momento adecuado una intención previamente postergada a partir de una clave ya sea como un estímulo externo o interno que permita facilitar la realización de la actividad (Figuroa, Wilson, y Injoque-Ricle, 2009; Ustárroz y Muñoz-Céspedes, 2005).

Los estímulos pueden ser basados en el *tiempo*, en la cual no hay facilitadores externos, sino que es controlada por un estímulo interno, como ser a las 7 de la mañana recordar reunión con el jefe, o basados en *eventos*, que contiene facilitadores en estímulos externos, como ejemplo al pasar por la sección verdulería del supermercado recordar de comprar tomates (Ustároz y Muñoz-Céspedes, 2005).

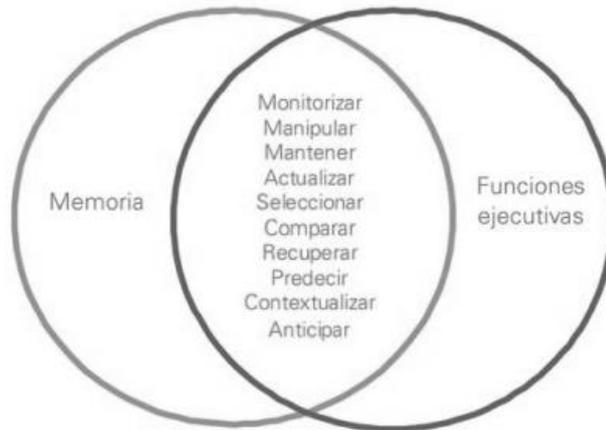


Figura 4 Interrelación entre memoria prospectiva y funciones ejecutivas (Ustároz y Muñoz-Céspedes, 2005)

Un modelo destacado de memoria prospectiva es el modelo de memoria prospectiva de cuatro fases de Kliegel, estas fases son: *formación*, consiste en realizar un plan de acción a futuro, *retención* de la intención de acción en la memoria retrospectiva, *iniciación* que es auto-iniciar la acción en el tiempo y espacio adecuado, y por último, la *ejecución* de la acción de acuerdo a lo planeado en la fase de formación (Cores, Vanotti, Politis y Garcea, 2010).

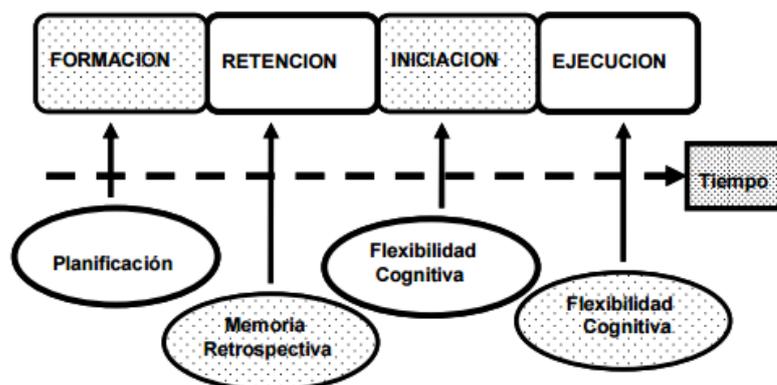


Figura 5 Modelo de memoria prospectiva de Kliegel (Cores, Vanotti, Politis y Garcea, 2010)

Un elemento muy importante durante la etapa de formación es la planificación, la cual es bastante frecuente en la vida cotidiana, como ejemplo cuando se crea la intención de salir de compras debe haber una coordinación entre acciones para de este modo optimizar el éxito de la actividad, esto sería: recordar llevar la billetera, conseguir más dinero si es necesario o tener en cuenta el horario de cierre del comercio (Cores, Vanotti, Politis y Garcea, 2010).

Diversos estudios han encontrado ciertos factores desencadenantes del malfuncionamiento de la memoria prospectiva como ser: alto estrés laboral (horas extras, sobrecargas, entre otros), las interrupciones o frecuentes cambios de tareas, las amenazas de la pérdida laboral, y el avance de la edad de las personas, entre otros, acarreado en las personas que lo padecen severos problemas de confianza de sus propias capacidades (Cores, Vanotti, Politis y Garcea, 2010; Figueroa, Wilson y Injoque-Ricle, 2009).

### *Microcontroladores*

Los microcontroladores son pequeños computadores digitales (manejo de la información con valores discretos de ceros y unos del sistema binario) que se encuentran en la mayoría de los productos electrónicos utilizados cotidianamente como ser televisores, electrodomésticos, celulares, entre otros, por lo que al integrar un mercado tan masivo su precio es bastante económico (Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

Un microcontrolador para ser definido como computador es necesario que se componga de tres sistemas o bloques elementales en un único circuito integrado (cápsula que contiene todos los circuitos electrónicos necesarios para llevar a cabo su función): CPU (*Central Processing Unit* o Unidad de Procesamiento Central), memoria y unidad de entradas y salidas. A su vez, todos los bloques mencionados anteriormente están interconectados entre sí mediante líneas eléctricas llamadas *buses*, las cuáles pueden ser: de datos (enviando y recibiendo datos del exterior como también instrucciones de uso interno), de direcciones (transportando direcciones de memoria o de entradas y salidas) y de control (encargándose de coordinar el funcionamiento del sistema), siendo el término *bus* traducido al español con el significado de canal (Huertas y Llombart, 1996; Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

La CPU es el *cerebro* u órgano primordial del microcontrolador ya que es el encargado de traer las instrucciones del programa que se encuentran en memoria, interpretar las mismas y ejecutarlas, y a su vez también gobierna al resto de los bloques del sistema. Por otro lado, la memoria es la encargada de almacenar: el programa (instrucciones), los datos a utilizar y los resultados que se producen durante la ejecución del programa. Por último, la unidad de entradas y salidas se ocupa de la transferencia de

información con los periféricos (unidad de almacenamiento, pantalla, teclado, entre otros), en otras palabras, interactúa con otras unidades del exterior (Huertas y Llombart, 1996; Pérez y Areny, 2007).

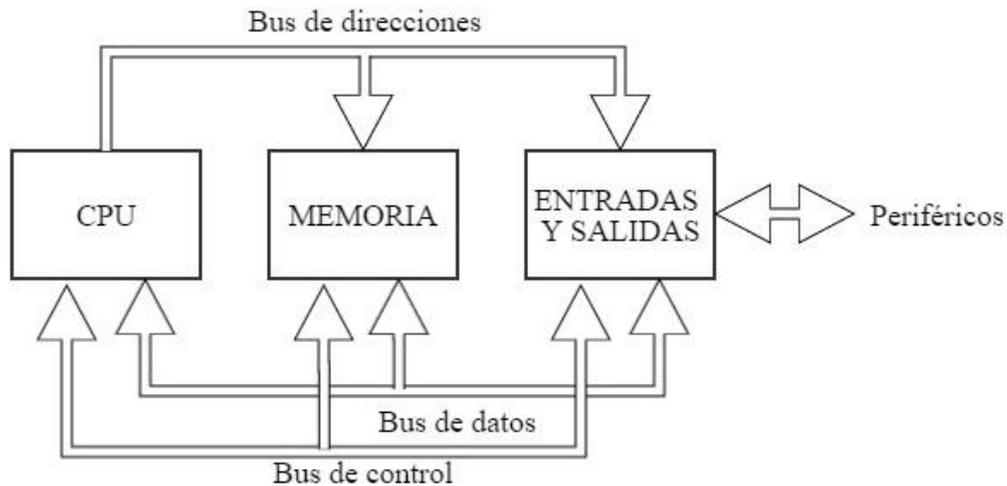
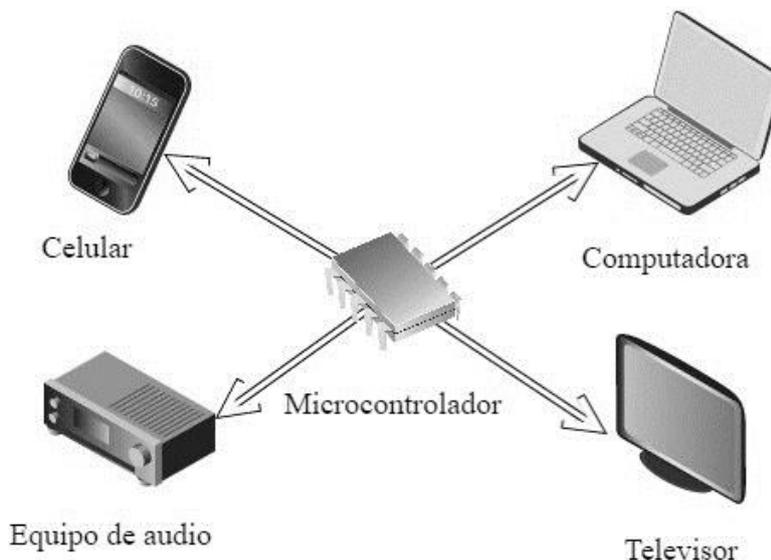


Figura 6 Esquema básico de un microcontrolador (Pérez y Areny, 2007)

Los microcontroladores pueden ser agrupados en dos categorías: microcontroladores *especializados*, los cuales están diseñados para una aplicación concreta, y microcontroladores *de aplicación general*, pensados por los fabricantes para ser utilizados en múltiples aplicaciones. Los microcontroladores especializados, a su vez, pueden ser divididos en dos categorías: *comerciales*, aquellos que se producen de manera masiva y se utilizan para realizar aplicaciones de gran consumo como ser reproductores de música, y de *aplicación específica*, diseñados para la resolución de un problema acotado y que no se encuentran en el mercado ya que son fabricados para un cliente determinado, por ejemplo, el control del encendido de un vehículo. Por último, los microcontroladores de aplicación general se caracterizan por tener un conjunto de entradas y salidas y bloques con funciones determinadas, como ser convertidores analógicos/digitales, comunicación I<sup>2</sup>C y SPI, entre otros, permitiendo de este modo adaptar al microcontrolador a una aplicación específica mediante la ejecución de determinadas instrucciones que permiten hacer configurable a todo lo descrito anteriormente, ejemplos del mismo son los microcontroladores de las marcas Freescale

(actualmente Nxp), Microchip (con sus microcontroladores PIC), Atmel (utilizados por Arduino), entre otros (Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007).



*Figura 7* Áreas de los microcontroladores (Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007).

Una instrucción es un código binario que el microcontrolador debe interpretar y ejecutar para determinar su funcionamiento, debido a que la utilización de ese código es complejo para el humano, cada una de esas combinaciones de código binario son asociadas a un lenguaje mnemotécnico, el cual consiste en una palabra corta y fácil de recordar por el ser humano. Entre los tipos de instrucciones que puede interpretar y ejecutar un microcontrolador se diferencian dos: RISC (Reduced Instruction Set Computer o Computadora con Set de Instrucciones Reducidas) y CISC (Complex Set Instruction Computer o Computadora con Set de Instrucciones Complejas), siendo las RISC aquellas que poseen un pequeño conjunto de instrucciones pero un gran número de registros, mientras que las CISC contienen un gran número de instrucciones y un potente sistema de direccionamiento, cabe destacar que un microcontrolador sólo puede trabajar con una de ellas dependiendo de su diseño de arquitectura (Huertas y Llombart, 1996; Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007).

La arquitectura de un microcontrolador está relacionada con la manera de implementar los sistemas o bloques que lo componen y la interacción que surge entre

ellos, definiendo de este modo su comportamiento y limitaciones. Estas arquitecturas son dos: *Von Neumann*, capaz de ejecutar instrucciones que se encuentran almacenadas en una única memoria encargada del almacenamiento de instrucciones y datos, y *Harvard*, la cual realiza una distinción entre la memoria de programa, encargada del almacenamiento de las instrucciones, de la memoria de datos, que es donde se alojan los resultados de las operaciones (Huertas y Llombart, 1996; Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

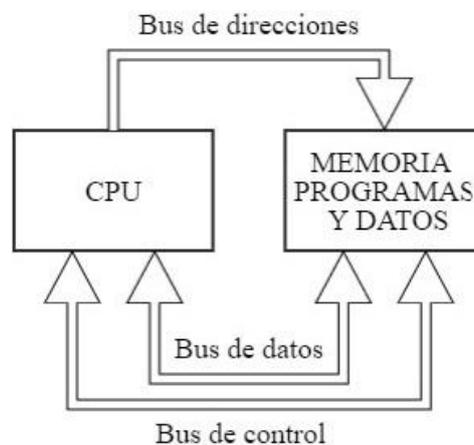


Figura 8 Arquitectura Von Neumann (Pérez y Areny, 2007)

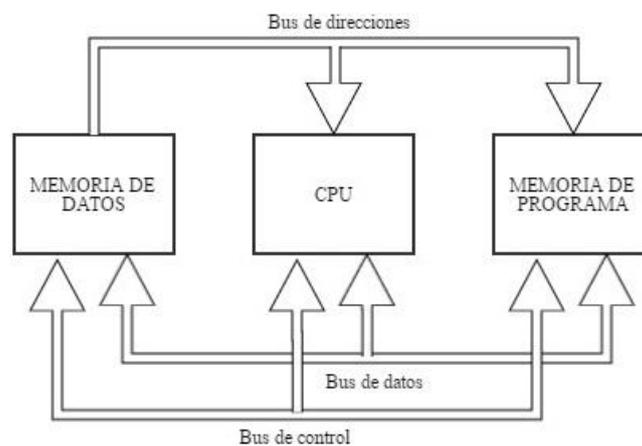


Figura 9 Arquitectura Harvard (Pérez y Areny, 2007)

De las figuras anteriores se puede deducir que la diferencia entre las dos arquitecturas se basa en que *Harvard* al tener separadas sus memorias permite que ambas se comuniquen con la CPU de manera independiente y en paralelo (esto es que ambas pueden estar comunicándose al mismo tiempo con el CPU), permitiendo de este modo

obtener mayor velocidad y optimización, mientras que en la arquitectura *Von Neumann* la velocidad está limitada por el efecto de cuello de botella que se genera al soportar un único canal de comunicación entre la CPU y la memoria para datos y programas (Huertas y Llombart, 1996; Pérez, Fuertes, Ferreira, y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

La arquitectura Harvard es la arquitectura de preferencia para los fabricantes de microcontroladores actuales, ya que esta permite de este modo distinguir dos tipos de memorias útiles para el manejo de los microcontroladores: *memorias persistentes o no volátiles*, que permiten mantener el contenido almacenado en la misma incluso ante un corte de energía eléctrica por lo que en ella se aloja el programa, siendo esta memoria la denominada memoria de programa, y *memorias volátiles*, en las cuales ante un corte de energía eléctrica su contenido almacenado se pierde siendo útiles para almacenar los datos de resultados de operaciones instantáneas necesarias por el programa para funcionar correctamente, la cual es llamada memoria de datos (Artero, 2013).

Entre las memorias persistentes se destacan dos: la memoria *FLASH*, la cual es lo último en tecnología de almacenaje y es ampliamente utilizada por todos los fabricantes de microcontroladores, esta memoria soporta reescribir (previo al borrado de la información) en ella aproximadamente 100.000 veces el programa contenido en la misma, y la memoria *EEPROM* (Electrically Erase Programmable Read Only Memories o memorias borrables-programables eléctricamente de sólo lectura), que permite reescribir hasta 1.000.000 de veces el programa sin necesidad de borrar la información previamente, sin embargo, actualmente están siendo sustituidas por las *FLASH* debido principalmente a los bajos costos que ofrecen estas últimas (Artero, 2013; Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

En cuanto a las memorias volátiles se destaca la memoria *RAM* (Random Access Memory o memoria de acceso aleatorio) la cual es una memoria de lectura y escritura que

admite dos variantes: *DRAM* (Dynamic Random Access Memory o memoria de acceso aleatorio dinámica) que necesita de un refresco periódico de los datos contenidos para su funcionamiento óptimo, por lo que requiere de más componentes para cumplir su fin, y *SRAM* (Static Random Access Memory o memoria de acceso aleatorio estática) en la cual prescinde del refresco periódico para mantener los datos que contiene, por lo que no necesita de esos componentes para su correcto funcionamiento, convirtiéndose de esta manera en la memoria predilecta para su uso en los microcontroladores (Artero, 2013; Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

Actualmente la mayoría de los microcontroladores contienen a su vez una pequeña memoria *EEPROM* para el almacenamiento de aquellos datos que deben mantenerse intactos ante un corte de energía, es decir, que contienen una pequeña memoria de datos no volátil (Artero, 2013; Pérez, Fuertes, Ferreira y Matos, 2007; Pérez y Areny, 2007).

Los registros son espacios de memoria que sirven para: almacenar los datos necesarios para la ejecución de las instrucciones, almacenar temporalmente los resultados de instrucciones ejecutadas recientemente y alojar aquellas instrucciones que se están ejecutando actualmente. Estos registros se clasifican en: *SFR* (Special Function Registers o registros de funciones especiales) que permiten controlar el microcontrolador, acceder a sus periféricos, entre otros, y *GPR* (General Purpose Registers o registros de propósitos generales) el cual es de uso libre para el usuario programador. Dependiendo de la utilidad necesaria en el desarrollo a realizar, es que se debe analizar el tamaño de los registros, ya que un microcontrolador con el doble de tamaño de registro que otro, procesa el doble de cantidad de datos lo que se traduce en que trabaja al doble de velocidad, es por esto que un microcontrolador de 8 bits (1 bit = unidad mínima del binario que puede ser “1” o “0”)

o 32 bits hace mención justamente al tamaño de sus registros (Artero, 2013; Pérez y Areny, 2007).

Para realizar la comunicación entre dispositivos electrónicos cercanos (mediante el uso de sus entradas y salidas) como ser en este caso microcontroladores y poder transmitir datos entre ellos es que se hace necesario contar con un tipo de comunicación que lo permita, estos tipos de comunicaciones pueden ser: *serie*, donde la transmisión es bit a bit mediante un único canal, y *paralela*, la cual permite transferir múltiples bits simultáneamente mediante múltiples canales. Debido a que la comunicación serie permite en teoría transmitir y recibir datos entre microcontroladores a través de un único canal, es que el microcontrolador adopta este tipo de comunicación como un modo de reducir el uso de entradas y salidas (Artero, 2013; Pérez y Areny, 2007).

De entre todos los estándares (patrón o punto de referencia) y protocolos (conjunto de reglas) basados en la comunicación serie entre dispositivos, se destacan dos:  $I^2C$  (Inter-Integrated Circuit o circuito inter-integrado), que permite transferir datos a través de dos líneas de conexión, y *SPI* (Serial Peripheral Interface o interfaz de periféricos serie), el cual se utiliza para controlar cualquier dispositivo que admita un flujo de bits serie sincronizado (regulado por un reloj) mediante cuatro líneas de conexión (Artero, 2013).

El protocolo  $I^2C$  admite dos líneas para transmitir los datos, siendo estas: *SDA* (Serial Data o dato en serie), que se usa para la transferencia de datos en “0” y “1” propiamente dicho, y *SCL* (Serial Clock o reloj en serie), la cual envía la señal de reloj (señal binaria de frecuencia periódica, en otras palabras, cantidad de repeticiones binarias en una unidad de tiempo) que permite coordinar la comunicación entre los emisores y receptores (Artero, 2013).

El protocolo *SPI* cuenta con cuatro líneas, las cuales son: *SCK* (Serial Clock o reloj en serie), envía a todos los dispositivos la señal de reloj para su sincronización, *SS*

(Serial Select o selector serial), utilizada por el master (dispositivo maestro encargado del control de la comunicación con los otros dispositivos llamados esclavos) para elegir el dispositivo esclavo con el que se necesita comunicar, *MOSI* (Master Output Slave Input o salida maestra y entrada esclava), es la encargada de enviar los datos desde el maestro al esclavo seleccionado mediante la señal *SS* previamente mencionada, y por último, la línea *MISO* (Master Input Slave Output o entrada maestra y salida esclava), que se ocupa de realizar el envío de los datos en el sentido contrario al previamente mencionado *MOSI* (Artero, 2013).

La principal diferencia entre los dos protocolos presentados radica en el modo de transmisión de los datos, en el caso del  $I^2C$  la transmisión se realiza en lo que se denomina *Half Duplex* (Semidúplex), es decir, que la comunicación se puede dar en un solo sentido en el mismo tiempo, a causa de que solo cuenta con un único canal de datos, mientras que *SPI* permite realizar la comunicación en *Full Duplex* (Dúplex completo), que significa, que la comunicación puede ser en ambos sentidos al mismo tiempo esto es debido a que cuenta con dos canales de transmisión, permitiendo de este modo, tener una comunicación más rápida que  $I^2C$ , sin embargo, *SPI* consume más entradas y salidas del microcontrolador (Artero, 2013).



Figura 10 Diagrama de conexión  $I^2C$  (Artero, 2013)

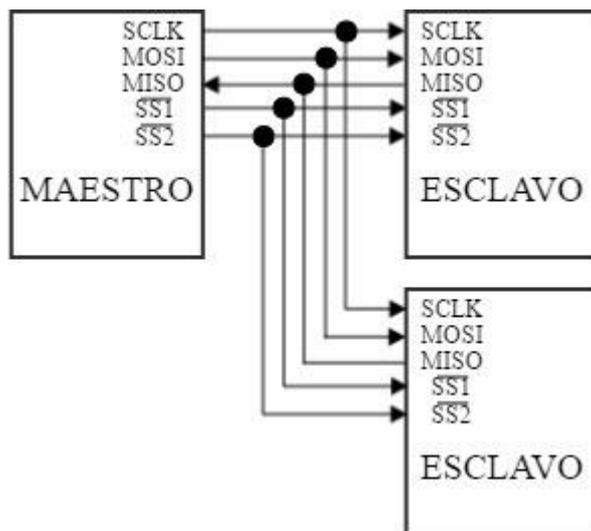


Figura 11 Diagrama de conexión SPI (Artero, 2013)

Tal como se puede observar en las figuras, en el protocolo I<sup>2</sup>C necesita de una dirección única para cada dispositivo que se encuentra conectado, esta dirección es transferida a través de la línea SDA, mientras que en el diagrama SPI se puede observar que la manera de comunicarse entre los dispositivos es a través de la línea SS que le permite al dispositivo maestro seleccionar el dispositivo esclavo con el que necesita comunicarse (Artero, 2013).

Otro módulo importante del bloque de entradas y salidas es el convertor analógico/digital, este convertor permite obtener datos sobre el mundo físico como ser: temperatura, movimientos, sonidos, entre otros, los cuales son analógicos (valores continuos que permiten de manera natural sufrir variaciones sin saltos), y transformarlas en señales digitales (número finito limitado por el sistema binario) entendibles por el microcontrolador (Artero, 2013).

Los dispositivos encargados de obtener los datos sobre el mundo físico se denominan *sensores*, estos una vez que adquieren esos datos, los transforman en una señal eléctrica que pueda ser entendida por el convertor analógico/digital del microcontrolador. El encargado de transformar esas señales eléctricas que aún son analógicas en señales digitales es el *convertor*, y la precisión con la que logre transformar esa señal analógica

se denomina *resolución del conversor* que está dada por la cantidad de bits que el conversor soporta, esto implica que cuanto más resolución soporte el conversor, más fiel será la transformación digital, suponiendo que el conversor posee una resolución de 10 bits, al hacer el cálculo de  $2^{10}$  se obtiene que el mismo soporta de 1.024 valores posibles, mientras que si fuera de 20 bits ( $2^{20}$ ) el mismo permitiría representar a la señal analógica mediante 1.048.576 valores posibles, permitiendo de este modo obtener una transformación más certera que un conversor de 10 bits (Artero, 2013).

Todo lo referido hasta este punto se basa en entender básicamente qué es un microcontrolador, cuáles son los sistemas mínimos que se necesitan para que sea considerado como microcontrolador, siendo estos: CPU, memoria y bloques de entradas y salidas, cuáles son las categorías que engloban a los microcontroladores (especializados y de uso general), qué es una instrucción y qué le permite realizar al CPU, cuáles son las arquitecturas que definen a los microcontroladores y porqué Harvard es la arquitectura predilecta para estos, también los tipos de memorias usados dependiendo de si almacenan programa o datos, los tipos de registros (SFR y GPR) y la función que cumplen, y finalizando, qué tipos de comunicación existen para hacer uso de las entradas y salidas del microcontrolador (serie y paralelo), qué protocolos de comunicación existen y cómo están compuestos tanto I<sup>2</sup>C como SPI, y por último, qué es un conversor de señales analógico/digital, qué son los sensores y cómo el conversor, a través de su resolución dada por los bits que soporta, realiza la conversión de la señal analógica hacia la señal digital. A continuación, se busca responder a cómo realizar la elección de un microcontrolador, porqué es necesario una placa de desarrollo de prototipos y cuál es la placa de desarrollo apta para la realización de este proyecto.

Para el desarrollo de un sistema basado en microcontrolador es necesario tener en cuenta aquellos recursos necesarios para llevarlo a cabo, estos a grandes rasgos son: un

conjunto de herramientas hardware (dispositivos electrónicos, microcontroladores, placas de prototipo, entre otros) y un conjunto de herramientas software (editores y compiladores), siendo muy importante que estas herramientas sean las adecuadas para lograr el fin principal que es el desarrollo y también que su costo no sea prohibitivo para el desarrollador (Pérez, Fuertes, Ferreira, y Matos, 2007).

Una placa de prototipo, entrenador o placa de desarrollo, es un sistema electrónico que contiene, entre otros componentes, un microcontrolador y un conjunto de periféricos que permiten utilizarse para operaciones de entradas y salidas, permitiendo de este modo al desarrollador concentrar su mayor tiempo en la solución, en este caso, la programación del microcontrolador y aquellos dispositivos a conectar en los bloques de entradas y salidas, y no en la resolución de los elementos necesarios para que el microcontrolador funcione (Artero, 2013; Pérez, Fuertes, Ferreira, y Matos, 2007).

Una placa o *PCB* (Printed Circuit Board o placa de circuito impreso) es una lámina de material no conductor (fibra de vidrio, cerámica, entre otros) que contiene sobre ella pistas conductoras (cobre), siendo estas las encargadas de conectar eléctricamente los distintos elementos electrónicos que se encuentran adheridos a la superficie PCB previamente explicada (Artero, 2013).

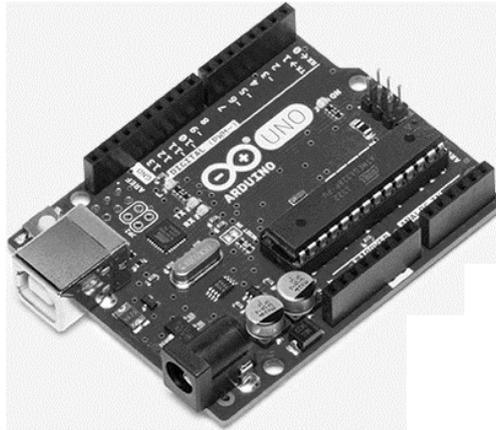
Más allá de que existen muchísimas placas de desarrollo en el mercado, este proyecto se basa en la utilización de placas de prototipo de Arduino, ya que cumplen con la mayoría de los recursos necesarios para desarrollar en un sistema basado en microcontrolador.

A grandes rasgos se puede definir a Arduino como: libre y extensible con una gran comunidad de desarrolladores, su entorno de programación es simple y a su vez multiplataforma, y por último, la placa Arduino es caracterizada por ser reutilizable,

versátil y lo más importante es que es una solución bastante económica (USD 20 aproximadamente) en cuanto a su costo de adquisición (Artero, 2013).

Que Arduino sea libre y extensible se refiere a que puede modificarse tanto el diseño de la placa agregando (extendiendo) o quitando elementos, como también su entorno de desarrollo, sin posibilidades de problemas legales. A su vez, que Arduino posea una gran comunidad de desarrolladores permite que haya una inmensa cantidad de recursos de ayuda para poder desarrollar proyectos con la plataforma. Por entorno de desarrollo simple y multiplataforma se refiere a que esa gran comunidad que existe permite acceder a muchos documentos y ejemplos que hacen que la plataforma sea simple de aprender y utilizar, y a su vez, que permite el soporte en sistemas Windows, Mac OS X y Linux. Y por último, que Arduino sea versátil se entiende porque posee una amplia cantidad de bloques de entradas y salidas de datos para conectar sensores y otros dispositivos, y por otro lado, reutilizable se refiere a que se puede utilizar la misma placa de desarrollo para múltiples proyectos debido a la facilidad que otorga para desconectar y conectar dispositivos y volver a programarla para otro fin (Artero, 2013).

Entre la gran variedad de placas de desarrollo de Arduino, se destaca Arduino Uno R3 (Revisión 3 o también Rev. 3) que es ampliamente utilizada debido a la cantidad de recursos disponibles ya sea de documentación, ejemplos, entre otros, como también, la cantidad necesaria de hardware (memoria y entradas y salidas) como para llevar a cabo este proyecto, y no menos importante aún es que es el estándar o punto de referencia y el modelo más utilizado por los que emprenden en Arduino (Artero, 2013).



*Figura 12* Placa de desarrollo Arduino UNO R3 (Arduino, 2016)

El microcontrolador que lleva integrado la placa de desarrollo Arduino UNO R3, es el modelo ATmega328P fabricado por la empresa Atmel, el mismo posee una arquitectura del tipo *Harvard* que interpreta instrucciones *RISC*, por lo que su *memoria de programa* o persistente es de tipo *FLASH* y la *memoria de datos* o volátil es *SRAM*, a su vez, también posee una memoria *EEPROM* que permite guardar de modo persistente aquellos datos de la memoria volátil que no pueden perderse en caso de un corte de energía, además, es un microcontrolador de *8 bits*, por lo que ese es el tamaño de sus registros, y finalizando, posee *I<sup>2</sup>C* y sus líneas *SDA* y *SCL*, y también, tiene soporte para *SPI* y sus líneas *SS*, *MOSI*, *MISO* y *SCK*, y por último, tiene 6 canales de *conversión analógico/digital* con una *resolución de conversión* de 10 bits (Artero, 2013).

Un *IDE* (Integrated Development Environment o entorno de desarrollo integrado) es una aplicación visual de computadora que permite al desarrollador a través de ciertas herramientas construir programas de una manera agradable. Entre las herramientas que debe contar un IDE se destacan: el *editor*, que es el que permite escribir el código del programa, el *compilador*, que traduce el programa escrito en lenguaje mnemotécnico a código máquina que interpreta el microcontrolador, y el *uploader* (cargador), el cual se encarga de transferir el código compilado hacia el microcontrolador (Artero, 2013; Salavert y Pérez, 2000).

En el caso de la placa de desarrollo Arduino, su IDE de desarrollo también se denomina Arduino, mientras que el programa o código que se desarrolla dentro de la herramienta editora se denomina *Sketch*. El código del programa es escrito a través de un lenguaje de programación, el cual consiste en un idioma creado para expresar las instrucciones mediante reglas sintácticas que permiten ser interpretadas por máquinas, en el caso del lenguaje Arduino, su concepción está basada en los lenguajes C y C++ (lenguajes bastante extendidos, potentes y con librerías enormes para desarrollo), pero simplificado para el desarrollo de programas para los microcontroladores (Artero, 2013).



Figura 13 IDE de Arduino (Artero, 2013)

### *Acelerómetros*

Un sistema de medición puede ser analizado bajo la óptica de una caja negra en la cual lo que interesa es conocer, por un lado, qué magnitud del mundo físico se quiere medir en la entrada y, por otro lado, qué valor se corresponde con dicha magnitud en su salida (Bolton, 2001).

Uno de los elementos que integran el sistema de medición es el sensor, el cual produce en su salida una señal proporcional a la magnitud que se está midiendo (Bolton, 2001).

Existen diversos términos que hacen al funcionamiento de un sensor y del sistema de medición como un todo, estos a grandes rasgos son: rango y margen (valor máximo menos el valor mínimo soportado por la entrada), error (diferencia entre valor medido y el real), exactitud (valor de hasta cuán equivocado puede estar el sistema de medición, generalmente se especifica en porcentaje), sensibilidad (qué señal de salida se obtiene por unidad de entrada), resolución (qué cambio mínimo en el valor de entrada produce un cambio de valor observable en la salida), entre otros (Bolton, 2001).

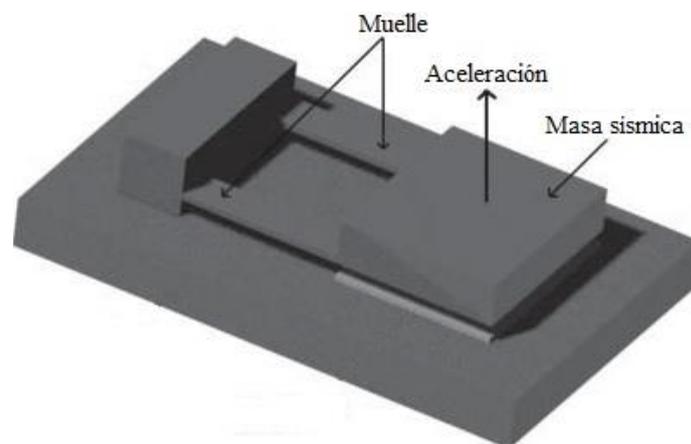
Para la selección de un sensor se debe tener en cuenta entre otras cosas: el tipo de medición y el tipo de salida que se requiere del sensor (Bolton, 2001).

El acelerómetro es un sensor de desplazamiento capaz de medir la magnitud física denominada aceleración lineal producto de un movimiento externo, se encuentra en la mayoría de las industrias, como ser: aeroespacial, automovilística, robótica, electrónica de consumo tales como dispositivos móviles, entre otros. Actualmente, un tipo de acelerómetro muy extendido y utilizado debido a su producción a gran escala consecuente a la aparición de los celulares son los *microacelerómetros*, los cuáles poseen: bajo costo, tamaño pequeño, alta sensibilidad, entre otros. Estos microacelerómetros están contruidos mediante una tecnología denominada *MEMS* (Microelectromechanical Systems o Sistemas Microelectromecánicos) que consiste en la unión de la electrónica y la mecánica en tamaños micrométricos, esto es, milésimas de milímetros (Aguilera-Cortés, Cortes, y Herrera-May, 2008).

El principio de funcionamiento de los acelerómetros se basa en la primera ley de Newton donde la fuerza es igual al producto de la masa por la aceleración ( $F = m.a$ ) y la ley de Hooke donde la fuerza es igual al producto de la constante elástica (número conocido y constante que define la elasticidad de un elemento) por el desplazamiento producido ( $F = k.x$ ), igualando ambas ecuaciones se obtiene que  $F = m.a = k.x$ , despejando

se obtiene que la aceleración es igual al producto de la constante elástica por el desplazamiento producido sobre la masa del elemento, esto es traducido, al ocurrir un movimiento, se produce una aceleración sobre una masa conocida (parte del sistema mecánico del acelerómetro, denominada masa sísmica) que se desliza sobre un carril (denominado muelle, que posee una determinada constante elástica, denominada rigidez) fabricado para permitir que ese pequeño pedazo de material denominado masa (la cual posee un valor másico conocido) pueda trasladarse, por lo que, si se genera un desplazamiento se puede suponer que el acelerómetro se encuentra bajo la acción de la aceleración, esto es  $a = k.x/m$  (Ochoa, Villegas, Pons, Bengochea y Fernández, 2002).

El acelerómetro puede obtener una magnitud de aceleración a partir de lo que se denominan ejes, siendo estos, los ejes de un sistema tridimensional X, Y y Z, por lo que para funcionar en cada uno de esos ejes es necesario repetir el sistema mencionado anteriormente para cada uno de ellos, de esto se deduce que existen acelerómetros: de un solo eje o uniaxiales, de dos ejes o biaxiales y de tres ejes o triaxiales (Ochoa, Villegas, Pons, Bengochea y Fernández, 2002).



*Figura 14* Interior Microacelerómetro (Aguilera-Cortés, Cortes, y Herrera-May, 2008)

La tecnología MEMS, en la que están contruidos estos microacelerómetros, es completamente compatible con los procesos de construcción de los circuitos integrados como ser los microcontroladores, es por ello que en el mercado, se hallan soluciones de

acelerómetros contenidos en circuitos integrados en conjunto a un microcontrolador, estos microcontroladores son los mencionados microcontroladores especializados de uso comercial (previamente definido en la sección Microcontroladores de TICS), por lo que en su interior resuelven la salida del sistema de medición a través de comunicaciones seriales, como ser I<sup>2</sup>C o SPI, convirtiéndolos en los predilectos para desarrollos basados en microcontroladores (Aguilera-Cortés, Cortes, y Herrera-May, 2008; InvenSense Inc., 2016).

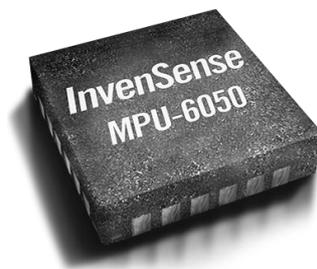


Figura 15 Circuito integrado de un microacelerómetro (InvenSense Inc., 2016)



Figura 16 Esquema circuito integrado de un microacelerómetro (InvenSense Inc., 2016)

### Bluetooth

Bluetooth es un tipo de *red inalámbrica* (sin cables) digital desarrollada para realizar interconexiones entre sistemas a corto alcance, este tipo de red se denomina *PAN* (Personal Area Networking o red de área personal), debido a que la distancia entre sistemas se encuentra a un rango menor de 10 metros, esto es dentro del rango de una persona. Una red inalámbrica aprovecha los principios físicos del *electromagnetismo*, esto es, cuando los electrones se ponen en movimiento debido a una energía que los excita, se generan *ondas electromagnéticas* que se pueden propagar a través del espacio, por lo que al conectar una antena a un circuito eléctrico, las ondas electromagnéticas se

difunden o emiten por el espacio y pueden ser captados por un receptor que se encuentra a una distancia apropiada. Entre los diversos tipos de ondas electromagnéticas, Bluetooth utiliza lo que se denominan *ondas de radiofrecuencia* (RF) que tienen la particularidad de ser fáciles de generar, pueden recorrer distancias considerables, penetrar con facilidad edificios y viajar en todas las direcciones (omnidireccional) permitiendo de este modo que no haya necesidad de alineación entre el emisor y el receptor (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

Bluetooth es un *SIG* (Special Interest Group o grupo especial de interés) o *consorcio* formado por grandes empresas productoras de dispositivos electrónicos que se encarga de estandarizar el *protocolo* de Bluetooth. La filosofía del estándar Bluetooth es la de conectar dispositivos entre sí de manera fácil y económica con la única restricción de que se deben encontrar dentro del alcance soportado por la red. Entre los dispositivos que se pueden conectar por bluetooth se destacan los celulares móviles y los audífonos conectados inalámbricamente sin la necesidad de cables entre muchas otras aplicaciones (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

El estándar que rige al Bluetooth es el *IEEE 802.15.1* (Institute of Electrical and Electronics Engineers o Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) y es el encargado de definir la *interoperabilidad* (capacidad entre sistemas de lograr una correcta comunicación) de las PAN (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

En la actualidad Bluetooth ha lanzado al mercado cuatro versiones del protocolo (V1.0, V2.0, V3.0 y V4.0), permitiendo cada una de ellas mejorar la velocidad de transferencia (cantidad de datos transmitidos en una unidad de tiempo) y su consumo de energía, siendo la última versión la 4.0. Estos protocolos definen cómo deben encontrarse y conectarse los dispositivos electrónicos a través del uso de Bluetooth, este

procedimiento es el denominado *emparejamiento* entre dispositivos (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

Las redes Bluetooth utilizan el *paradigma maestro-esclavo*, esto es, en el caso del teléfono celular y los audífonos, el teléfono móvil sería el *maestro* y el auricular sería el *esclavo*, por lo que el maestro se encargaría de gestionar cómo el esclavo puede comunicarse con él. La razón del uso de este paradigma se debe a que los fabricantes anhelaban la fabricación del Bluetooth en un único circuito integrado y a un costo considerablemente bajo, por lo que como resultado, un esclavo es sumamente pasivo y realiza todo lo indicado por su maestro (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

El consorcio de Bluetooth se encarga de describir todas las aplicaciones soportadas por el protocolo, estas aplicaciones se denominan *perfiles* y en la actualidad existen 25. Estos perfiles pueden ser: de transmisión de audio, video, dispositivo de interfaz humana (ratón, teclado, entre otros), utilitario (permite utilizar el protocolo como si se tratara de una comunicación serial, muy usado y extendido), entre otros perfiles (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

La arquitectura del protocolo Bluetooth se compone de tres capas: *capa física*, contiene todos los elementos electrónicos necesarios para realizar la comunicación como ser la antena, *capa de enlace de datos*, define cómo se van a enlazar los dispositivos para la transferencia de datos, y *capa superior*, es donde se encuentran las aplicaciones o perfiles, por lo que se encarga de separar lo que se encuentra dentro del circuito integrado del Bluetooth o *host* de lo que posteriormente el dispositivo electrónico o *controlador* que integra al Bluetooth realice con la aplicación (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

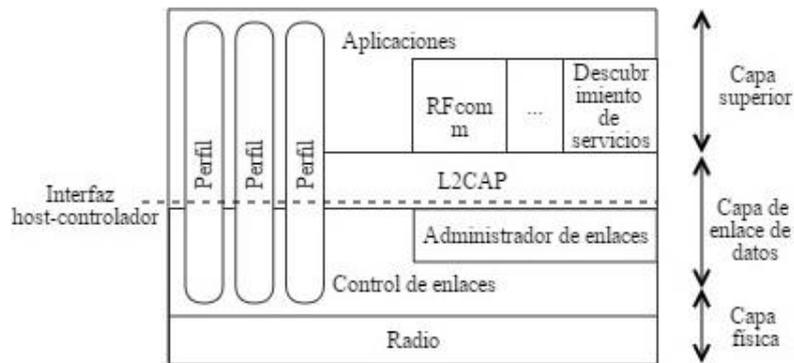


Figura 17 Arquitectura del protocolo Bluetooth (Tanenbaum y Wetherall, 2012)

Como se puede observar en la figura, en cada capa se hallan componentes que hacen al funcionamiento del protocolo, siendo la capa física compartida entre la *radio* y una parte del *control de enlaces*, limitándose estos elementos a asegurar que dos dispositivos puedan comunicarse físicamente a través de sus componentes electrónicos. En la capa de enlaces de datos, se distinguen: parte del *control de enlaces* encargado de la gestión de los datos entre los maestros y los esclavos, el *administrador de enlaces* dotado de entre otras cosas para emparejar los dispositivos y brindar seguridad en la comunicación y, por último, *L2CAP* (Logical Link Control Adaptation Protocol o protocolo de adaptación y control de enlaces lógicos) entre otras cosas realiza el tratamiento de los datos a transmitir dependiendo del tipo de perfil utilizado. Por último, en la capa superior se distinguen: *descubrimiento de servicios* identifica qué tipo de aplicaciones dan servicio entre los maestros y esclavos, *RFcomm* (Radio Frequency communication o comunicación de radiofrecuencia) que permite utilizar el protocolo como si se tratara de una comunicación serie y, por último, en la capa superior de aplicaciones, se hallan los perfiles que se encuentran dispuestos verticalmente debido a que dependiendo de cada perfil su modo de utilización del protocolo variará (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

El administrador de enlaces, encargado de enlazar la comunicación entre los dispositivos maestros-esclavos, es el que permite emparejar los mismos para que la

comunicación pueda realizarse y esto lo logra mediante un *NIP* (Número de Identificación Personal) que consiste en un número de 4 dígitos que ambos dispositivos deben acertar para establecer comunicación definitiva y poder transferir datos entre ellos. Una vez establecido el enlace y dependiendo de la configuración realizada por el usuario desarrollador, el administrador de enlaces puede administrar dos tipos de conexiones: *SCO* (Synchronous Connection Oriented o síncrono orientado a conexión) que permite el flujo constante de datos entre los dispositivos siendo principalmente utilizado entre conexiones de celulares y auriculares manos libres y *ACL* (Asynchronous ConnectionLess o asíncrono sin conexión) utilizado cuando no hay flujo constante de información o se encuentran en intervalos irregulares y no hay necesidad de que los datos lleguen tan rápidamente (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

En el mercado se encuentran módulos que añaden conectividad Bluetooth para la realización de desarrollos, los mismos por lo general son dispositivos esclavos por lo que en el otro extremo de la comunicación debe encontrarse un dispositivo, como ser un celular, que se encargará de trabajar como maestro y también de iniciar la comunicación entre ambos. A su vez, estos módulos se categorizan dependiendo del rango en metros que logran alcanzar en el enlace entre dispositivos, en la actualidad existen 3 clases (Clase 1, Clase 2 y Clase 3), permitiendo la Clase 2 un rango máximo de enlace de 10 metros aproximadamente. Estos módulos Bluetooth traen incluidos las antenas y todo lo necesario para la comunicación con la placa de desarrollo, siendo de interfaz serie el tipo de comunicación entre el módulo Bluetooth o controlador y la placa de desarrollo Arduino Uno R3 o host (Artero, 2013).

Para el intercambio de datos entre dispositivos Bluetooth es necesario un tipo de lenguaje que permita lograr este objetivo, a uno de estos lenguajes se lo denomina comandos AT (ATtention o atención) y entre otras particularidades aparte de permitir la

comunicación es que también admite configurar al módulo de Bluetooth esclavo, siendo un ejemplo el comando *AT+PINXXXX* que permite definirle un NIP o clave al dispositivo (Artero, 2013).

### *Tecnología RFID*

La tecnología *RFID* (Radio Frequency IDentification o identificación por radio frecuencia) se basa en un procedimiento denominado *AUTO-ID* (Automatic IDentification o identificación automática) que consiste en la identificación de objetos de manera automática a través de etiquetas. Estas etiquetas pueden ser: las reconocidas etiquetas de códigos de barras que se encuentran en la mayoría de los productos de consumo, las tarjetas plásticas bancarias para la extracción de dinero en cajeros automáticos o para realizar compras en comercios, las tarjetas inteligentes utilizadas para el acceso restringido a ciertos lugares o para la marcación de reloj en el trabajo y también las etiquetas RFID que se hallan pegadas en ciertos productos de consumo con precios considerables que deben ser resguardadas de vandalismos y que algunos mercados de venta emplean, entre otras aplicaciones (Finkenzeller, 2010; Tanenbaum y Wetherall, 2012).

La principal diferencia entre las etiquetas de códigos de barras y las RFID es que, en las primeras pueden almacenar pocos datos y, a su vez, esos datos no pueden ser modificados una vez fabricada la etiqueta, mientras que, algunas de las etiquetas RFID permiten todo lo anterior y también poseen la característica de que pueden ser leídas desde distancias considerables sin la necesidad de que la etiqueta se encuentre en posición recta para su correcta lectura como sucede con los códigos de barras (Finkenzeller, 2010).



Figura 18 Códigos de barras y RFID (Lewis, 2014; Wikimedia Commons, 2008)

La tecnología RFID consiste en utilizar circuitos integrados para el almacenamiento de datos y, en casos ideales, la energía necesaria para el funcionamiento de estos dispositivos electrónicos de soporte de datos (etiquetas RFID o tarjetas inteligentes) es transferida desde el lector hacia las etiquetas mediante tecnología inalámbrica y son llamados, generalmente, etiquetas de tecnología pasiva (Finkenzeller, 2010).

El sistema RFID se compone principalmente de dos elementos: el *transpondedor* o también llamada etiqueta o tarjeta inteligente, que se encuentra alojado en el elemento a ser identificado, y el *lector*, que es el dispositivo que se encarga de brindar la energía a través de las ondas electromagnéticas hacia la etiqueta para posteriormente capturar los datos devueltos por la misma y a su vez también puede encargarse de grabar datos sobre la etiqueta. El transpondedor contiene generalmente: una antena para recibir energía y datos y devolver su código y un microcontrolador que se encarga del control del mismo. Por otro lado, el lector está constituido por: un módulo de radiofrecuencia, una unidad de control, una antena para envío y recepción y, también puede contener una interface para comunicarse con otro sistema como ser una comunicación serie (Finkenzeller, 2010).

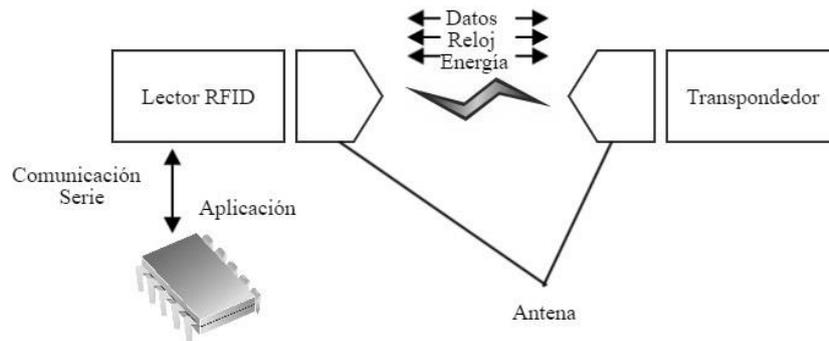


Figura 19 Diagrama en bloques del sistema RFID (Finkenzeller, 2010)

Una característica importante de los sistemas RFID es la frecuencia de operación, esto se traduce a la frecuencia a la que el lector puede transmitir y por lo tanto define el rango en distancia que el sistema soporta. Estas frecuencias de transmisión u operación se pueden clasificar en tres rangos: *LF* (Low Frequency o baja frecuencia) opera entre 30 y 300 KHz y admite un rango de distancia de entre 0 y 1 centímetro, *HF* (High Frequency o alta frecuencia) utiliza frecuencias que se encuentran entre 3 y 30 MHz y su distancia de funcionamiento se encuentra comprendida entre los 0 y 1 metros de distancia, y por último, *UHF* (Ultra High Frequency o ultra alta frecuencia) estando su frecuencia de operación entre los 300 MHz y los 3 GHz y su rango de distancia permite comunicar sistemas que se encuentran por encima de 1 metro de distancia (Finkenzeller, 2010).

En el mercado se hallan disponibles numerosos formatos de transpondedores dependiendo del tipo de aplicación a desarrollar que van desde identificación de animales hasta reconocimiento de partes en una línea de ensamblaje, entre ellos se destacan los siguientes transpondedores: cubiertos de vidrio utilizados en la identificación de animales como ser en una actividad ganadera, cubiertos de plásticos en actividades de alta demanda mecánicas como ser en una línea de ensamblaje, llaveros para aplicaciones de cerraduras electrónicas para puertas, tarjetas inteligentes sin contacto como ser las utilizadas en empresas para la marcación de los empleados en los relojes, etiquetas inteligentes utilizadas para todo tipo de identificación de bienes como ser equipaje, entre otros (Finkenzeller, 2010).

Una diferenciación importante entre los transpondedores es de qué manera utilizan la energía necesaria para funcionar en su interior, por lo que en el mercado se hallan dos tipos de soluciones: activos y pasivos. En los transpondedores pasivos no se hace utilización de ninguna fuente de energía, esto significa que el campo electromagnético generado por el lector es el encargado de alimentar de la energía requerida por el transpondedor permitiendo de este modo realizar el transporte de datos desde el lector hacia el transpondedor y viceversa, por lo que si el transpondedor se encuentra fuera del radio del campo electromagnético generado por el lector, no habrá intercambio de información entre ellos. En los transpondedores activos, los mismos poseen una fuente de energía propia por lo que a partir de una débil señal del lector, el transpondedor puede comenzar a funcionar y transmitir sus datos mediante una señal fuerte utilizando su propia fuente de energía, permitiendo de este modo aumentar considerablemente el rango de comunicación entre el lector y el transpondedor (Finkenzeller, 2010).

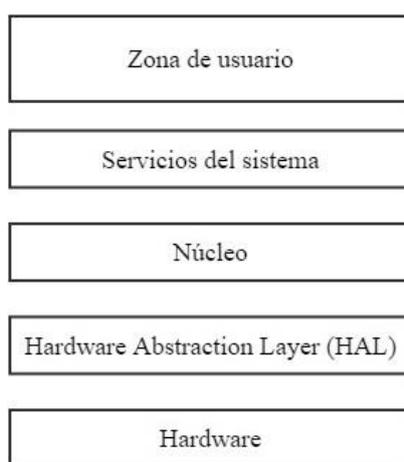
### *Sistemas operativos móviles*

El sistema operativo es un programa de computador encargado de hacer uso de todos los recursos hardware tales como procesador, memoria y dispositivos de entradas y salidas que se encuentran disponibles en el sistema con la finalidad de dar soporte a un usuario final o programador del mismo (Stallings, 1997).

El sistema operativo debe cumplir tres objetivos básicos: comodidad, eficiencia y capacidad de evolución. El primer objetivo, comodidad, consiste en ayudar a evitar que los trabajos a realizar sobre el sistema tanto para el usuario final como para el programador de aplicaciones sean complejos y abrumadores. El segundo objetivo, eficiencia, se refiere a que el sistema operativo en su carácter de encargado del uso de los recursos hardware debe decidir sobre la administración de los mismos para asegurar que

todos los programas de usuario puedan ejecutarse en un determinado tiempo explicitado. El último objetivo, capacidad de evolución, se basa en que debido a los crecientes avances de la tecnología es necesario que sistema operativo se adapte a las nuevas exigencias dadas por: el hardware, los servicios o aplicaciones nuevas y las necesarias correcciones de fallos que con el tiempo se van descubriendo (Stallings, 1997).

La estructura de un sistema operativo está compuesta entre muchos componentes por: la *HAL* (Hardware Administration Layer o capa administradora de hardware), el *kernel* o núcleo del sistema y los *servicios* del sistema, entre otros. La capa administradora de hardware es la encargada de realizar la correspondencia entre las órdenes y respuestas genéricas del hardware hacia una específica dependiendo de la plataforma sobre la que se encuentra el sistema operativo, permitiendo de este modo que para el núcleo del sistema le resulte indiferente sobre qué plataforma está trabajando. El núcleo posee aquellos componentes fundamentales para el funcionamiento del sistema operativo, sobre él recaen entre otros los objetivos de gestión y planificación de los recursos del sistema. Por último, los servicios del sistema son las *aplicaciones* encargadas de realizar la interfaz entre el núcleo y lo que se consideraría el modo usuario (Stallings, 1997).



*Figura 20* Estructura de un sistema operativo (Stallings, 1997)

En cuanto a la cuota de mercado, el sistema operativo para móviles Android de Google acapara a enero de 2017 el 65.26 % del mercado de celulares móviles y tabletas

encontrándose en segundo lugar el sistema operativo iOS de Apple con el 28.31 % del mercado, es decir, estas dos empresas acaparan más del 90 % de la cuota del mercado de sistemas operativos móviles (NetMarketShare, 2017).

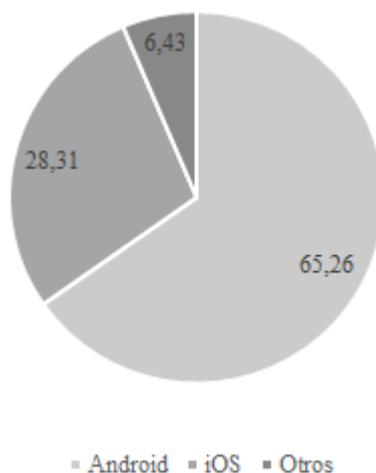


Figura 21 Cuota de mercado de celulares móviles (NetMarketShare, 2017)

Android es un sistema operativo de código abierto pensado inicialmente para dispositivos móviles que cuenta con 24 versiones y pertenece a una alianza de desarrolladores denominada OHA (Open Handset Alliance) bajo autorización de Google, esta alianza se encuentra conformada por alrededor de 80 empresas tales como Samsung, HTC, Asus, Google, entre otras (Android, 2017).

La arquitectura de Android consta a grandes rasgos de los siguientes componentes: *Linux kernel*, *HAL*, *Android system services*, *Binder IPC* (Inter-Process Communication o agrupador de comunicación interprocesos) y *Application framework*. Android utiliza un kernel de Linux con importantes adiciones para plataformas móviles, sin embargo, por encima de este núcleo funciona un ART (Android Runtime) el cual es el corazón de Android ya que es el encargado de gestionar la compilación y ejecución de las aplicaciones y algunos servicios del sistema. La HAL le permite a Android definir una interfaz estándar para los proveedores de hardware y de este modo poder implementar funcionalidad sin modificar el nivel superior del sistema. Android system services o servicios del sistema Android son componentes enfocados en permitir la comunicación

entre el sistema y el hardware. El Binder IPC permite que los procesos que se encuentran en la capa framework de aplicación puedan interactuar con la capa inferior de servicios del sistema de Android. El framework de aplicación es la capa utilizada por los desarrolladores de aplicaciones, reside en el más alto nivel de la arquitectura del sistema y es una de las pocas que no permanecen ocultas para el acceso (Android, 2017).

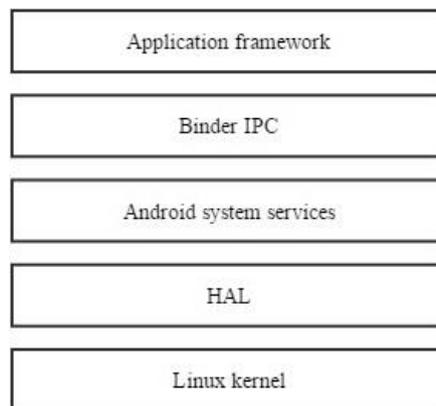


Figura 22 Arquitectura del sistema Android (Android, 2017)

El sistema operativo iOS es el encargado de gestionar el hardware y de proporcionar las tecnologías necesarias para permitir que las aplicaciones corran en los dispositivos iPhone de Apple (Apple Inc., 2017).

La arquitectura del sistema operativo iOS está conformada por una serie de capas, de las cuáles las más bajas contienen servicios y tecnologías más fundamentales mientras que las capas superiores se encargan de las más sofisticadas, estas capas ordenadas en forma ascendente son: *Core OS*, *Core services*, *Media* y *Cocoa Touch*. La capa *Core* contiene el kernel del sistema el cual está basado en *UNIX*, y a su vez, se encarga de gestionar entre otras: la seguridad, las comunicaciones y los accesorios externos. La capa *Core services* los servicios de sistema fundamentales para las aplicaciones, a su vez, contiene tecnologías individuales fundamentales para dar soporte a características tales como: localización, redes sociales y conexiones de redes, entre otras. La capa *Media* contiene las tecnologías necesarias para ayudar con el desarrollo de aplicaciones, las mismas son: gráficas, audio y video. La capa *Cocoa Touch* es la encargada del framework

para crear aplicaciones en iOS permitiendo de este modo definir la apariencia de la aplicación y proveer la infraestructura de tecnologías tales como: entrada táctil, notificaciones y otros servicios de sistema de alto nivel (Apple Inc., 2017).

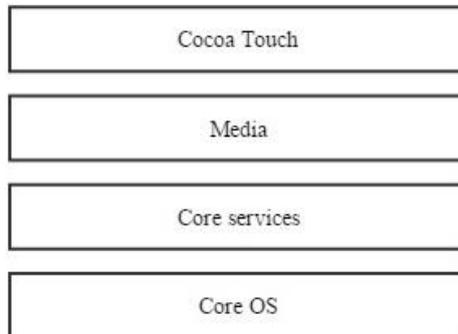


Figura 23 Arquitectura del sistema operativo iOS (Apple Inc., 2017)

### *Metodología ágil de desarrollo de software para aplicaciones móviles*

Una metodología es un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y documentación que permiten al desarrollador de software llevar a cabo la correcta implementación de sistemas de información (Balaguera, 2013).

El escenario actual de los desarrollos de software se presenta marcadamente cambiante y esto exige a los desarrolladores que sus productos se encuentren en un continuo estado *beta* por lo que las respuestas de los mismos deben ser mediante el lanzamiento constante de novedades, la reducción del tiempo de desarrollo, la realización de cambios y mejoras rápidas y por sobre todo la innovación como motor para lograr las metas propuestas. Es por ello que en Marzo de 2001 se reúnen 17 expertos en metodologías, acuñan el término *Metodologías ágiles* y resumen en cuatro postulados el actualmente denominado *Manifiesto ágil*. Estos postulados del Manifiesto ágil consisten en valorar: a los individuos y su interacción por, encima de los procesos y herramientas; el software que funciona, por encima de la documentación exhaustiva; la colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual y la respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan (Palacio y Ruata, 2011).

El primer principio se basa en que, en un desarrollo, los procesos no producen resultados si no se cuenta con personas capacitadas en cuanto a lo técnico y actitudinal, esto es que los procesos deben adaptarse a las organizaciones, a los equipos y a las personas y no al revés. El segundo principio no afirma que la documentación no sea necesaria, sino que la misma no es de ayuda si no aporta valor al producto, esto permite que el prototipo de un producto aporte una retroalimentación más efectiva que un documento de requisitos detallados antes de comenzar un proyecto. El tercer principio busca explicar que las metodologías ágiles están diseñadas especialmente para enriquecerse con retroalimentación de información continua durante el desarrollo generando de este modo requerimientos bastantes inestables en el tiempo debido a los cambios en el negocio del cliente, por lo que es necesario que este último sea integrado y colabore como un miembro más del equipo. El último principio se basa en que al existir entornos inestables en el tiempo, resulta más valiosa la capacidad de adaptación a los cambios y una evolución rápida y continua que el seguimiento y aseguramiento de planes preestablecidos (Palacio y Ruata, 2011).

Entre las metodologías ágiles utilizadas actualmente en el desarrollo de aplicaciones móviles se destaca *Mobile-D* la cual es una metodología de desarrollo medianamente novedosa y centrada en plataformas móviles, incluye entre otras actividades el desarrollo basado en pruebas, la programación de a pares, integración continua y refactorización (Balaguera, 2013).

En cuanto a sus restricciones el equipo de trabajo no debe superar diez miembros y el plazo máximo para obtener un producto listo para lanzar al mercado no debe superar las diez semanas (Balaguera, 2013).

La metodología cuenta de cinco fases, las cuales tienen una cantidad de etapas, tareas y prácticas asociadas, estas fases son: exploración, iniciación, producción, estabilización y prueba del sistema (Balaguera, 2013).

La primera fase se basa en la generación de un plan y el establecimiento de las características del proyecto, y consta de tres etapas: establecimiento de actores, definición del alcance y establecimiento del proyecto. Las tareas de la fase exploratoria son: el establecimiento del cliente que toma un rol activo en el proceso de desarrollo, la planificación inicial del proyecto y la definición de alcances, y por último, el establecimiento del proyecto. La segunda fase, iniciación, se preparan e identifican todos aquellos recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones, incluidos las capacitaciones del equipo, y cuenta con cuatro etapas: inicio del proyecto, planificación inicial, día de trabajo o día de inicio y día de entrega o liberación. En la tercera fase de producción, se repiten la misma programación diaria (planificación, trabajo y liberación) iterativamente hasta la implementación completa de las funcionalidades, consistiendo esta fase en la planificación del trabajo mediante los requerimientos y las tareas a realizar (incluyendo las pruebas de iteración), estas tareas se llevan a cabo durante el día de trabajo a través del desarrollo y la integración de código, y finalizando, en el último día de trabajo o lanzamiento, se realiza la integración del sistema y las pruebas de aceptación. En la fase de estabilización se realizan actividades fundadas en el aseguramiento de que la integración del sistema funciona correctamente, esto se realiza mediante la ejecución de las mismas tareas que en la fase de producción (planificación, trabajo y liberación) pero con el foco puesto en la integración del sistema y documentación necesaria que aporte información relevante al desarrollo. Finalmente, la fase de prueba de sistema, tiene como fin asegurar una versión estable y funcional del sistema desarrollado, mediante la prueba

de todos los requerimientos del cliente y la eliminación de los defectos encontrados (Balaguera, 2013).

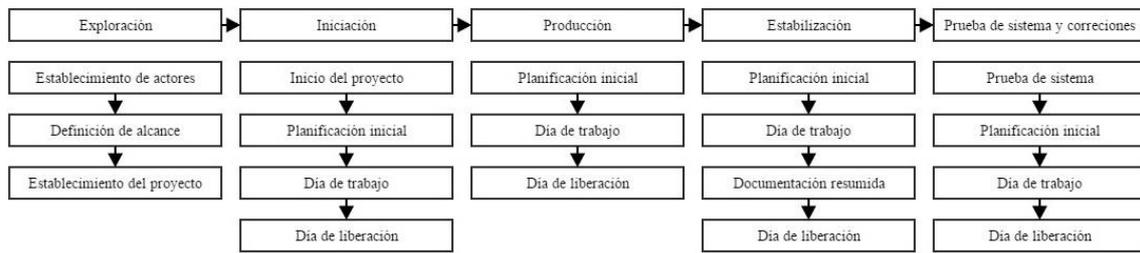


Figura 24 Ciclo de desarrollo Mobile-D (Balaguera, 2013)

### Desarrollo de aplicaciones móviles

El desarrollo de aplicaciones móviles es considerado una actividad compleja debido al ecosistema (conjunto de actores, dispositivos y aplicaciones) en el que se encuentra inmerso. El ecosistema de los dispositivos móviles consiste en una serie de capas de actores que influyen hasta obtener un servicio, estas capas son: operadoras, redes, dispositivos, plataformas, sistemas operativos, framework de aplicaciones, aplicaciones y servicios (Blázquez, Pozo, Prieto, y Vique, 2011).

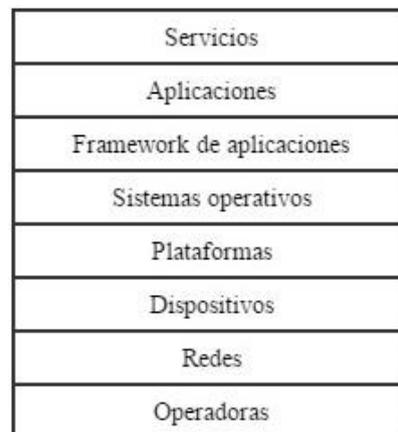


Figura 25 Ecosistema de los dispositivos móviles (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011)

Este ecosistema permite al desarrollador obtener una serie de datos útiles para la aplicación a implementar tales como: ubicación geográfica, orientación de la pantalla, contactos, calendarios, medios de pagos, entre otros. Debido a este ecosistema es que el

desarrollador debe decidir el tipo de aplicación a implementar teniendo en cuenta la funcionalidad que deba aportar al usuario final (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Entre los diversos tipos de aplicaciones móviles que se pueden desarrollar se destacan tres: aplicaciones básicas, aplicaciones web móviles nativas y aplicaciones nativas (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Las aplicaciones básicas consisten en que únicamente reciben o envían información puntual del usuario, son gestionadas de manera básica mediante el envío de mensajes de texto, siendo un ejemplo una aplicación para conocer el tiempo de llegada de un colectivo urbano, entre sus ventajas se halla: la simplicidad, su facilidad de venta y la gran cantidad de usuarios potenciales, y entre sus desventajas: nula capacidad de procesamiento del contexto, baja complejidad de las aplicaciones y las limitaciones impuestas por la tecnología como ser el máximo de 170 caracteres en los mensajes de texto (Blázquez, Pozo, Prieto, y Vique, 2011).

Las aplicaciones web móviles nativas son aquellas que se ejecutan sobre un componente nativo del móvil que delega en un navegador, pueden ser instaladas en el dispositivo por el canal estándar de distribución (Google Play o AppStore) de aplicaciones nativas, siendo un ejemplo el acceso a datos confidenciales de entidades financieras de banca móvil y que debido a cuestiones de seguridad no deben quedar datos en el dispositivo, entre sus ventajas: fácil implementación, lenguaje conocido y estándar, múltiples dispositivos soportados a partir de un mismo código fuente y la consideración de denominarlo aplicación nativa debido a que puede ser descargado desde la tienda de aplicaciones, y entre sus desventajas: complejidad en obtener iguales experiencias de usuarios en diferentes navegadores, dificultad de conseguir aplicaciones contextualizadas y experiencia de usuario contradictoria con respecto a que a pesar de considerarse una

aplicación nativa, requiere de conexión a internet y de los tiempos del navegador para funcionar correctamente (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Las aplicaciones nativas son aquellas propias de cada plataforma o sistema operativo (Android o iOS) por lo que no existe ningún tipo de estandarización tanto en capacidades como en entornos de desarrollo por lo que necesitan de un esfuerzo extra para ser desarrolladas, sin embargo, tienen un gran potencial debido a que aprovechan las características de los dispositivos y permiten obtener mejores experiencias de usuario, siendo un ejemplo las aplicaciones de mapas que utilizan el GPS del dispositivo (Google Maps o Mapas de Apple), entre las ventajas: acceso total al contexto, acceso a todas las capacidades del dispositivo (batería, contactos, ubicación, entre otros), fáciles de desarrollar si se contempla una única plataforma, se pueden distribuir en las tiendas de aplicaciones facilitando sus ventas, y entre sus desventajas: portar aplicaciones a otro sistema operativo es costoso, no existe un estándar entre plataformas y las ganancias obtenidas en las ventas mediante tiendas de aplicaciones deben ser repartidas entre el desarrollador y el distribuidor (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Un punto importante en el desarrollo de aplicaciones nativas es la elección de la arquitectura de la aplicación, de entre una variada colección de arquitecturas se destacan: aplicación fuera de línea, aplicación en línea y aplicación para comunicación entre dispositivos (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Las aplicaciones fuera de línea son aquellas que una vez instaladas no necesitan de una conexión de internet para funcionar, este tipo de aplicaciones se encuentran en: gestores de alarmas, juegos que no comparten ningún tipo de información, entre otros (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

En cambio, en las aplicaciones en línea su funcionamiento depende exclusivamente de una conexión a internet, estas aplicaciones dependen de un servidor

para obtener los datos necesarios para su funcionamiento y debe existir un intercambio constante de información entre el dispositivo móvil cliente y el servidor, este tipo de aplicaciones se encuentran en: redes sociales (Facebook y Twitter), aplicaciones de mensajería (WhatsApp), aplicaciones de correos, entre otras (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Las aplicaciones para comunicación entre dispositivos son aquellas que permiten conectar dos o más dispositivos para intercambiar información, este tipo de aplicaciones requieren desarrollar la parte del cliente, la comunicación y recepción, y la fase de búsqueda y enlace entre dispositivos utilizando comunicaciones inalámbricas PAN como ser Bluetooth, se encuentran en: aplicaciones de intercambio de contactos, intercambios de información entre relojes inteligentes y dispositivos móviles, entre otros (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

Otro punto importante es la utilización de patrones de diseño durante la etapa de diseño del ciclo de desarrollo, los mismos son: patrón *MVC* (*Model View Controller* o Modelo-Vista-Controlador) permitiendo de este modo dar soporte a más escenarios (distintas características de dispositivos), *Threading* (hilos de ejecución) que permite usar hilos en segundo plano para evitar que tareas pesadas bloqueen el funcionamiento del dispositivo y *Delegation* (modelo de delegación) que permite trabajar con eventos de la interfaz gráfica de manera sencilla (Blázquez, Pozo, Prieto y Vique, 2011).

## *Competencia*

Los dispositivos que existen actualmente en el mercado apuntan a solucionar el inconveniente de las pérdidas de elementos, sin embargo, desde el punto de vista conceptual contienen elementos en común con el proyecto que se está llevando a cabo.

Comparando la tecnología empleada por la *competencia*, los dispositivos actuales utilizan como medio de identificación de los elementos etiquetas electrónicas que necesitan de baterías como fuentes de energía (que poseen un tiempo de vida útil y luego deben ser reemplazadas) las cuales a su vez poseen un costo elevado (del orden de USD 25 la unidad), mientras que, este proyecto de solución que se está presentando se basa en la utilización de etiquetas de tecnología pasiva que no necesitan de fuentes externas, sino que por el contrario, utilizan la misma energía que produce el lector RFID, por lo que las mismas se pueden encontrar en el mercado a un costo relativamente bajo en comparación (en el orden de USD 0.25 la unidad). Se puede observar en Tabla 1 la comparativa entre los productos que actualmente son ofrecidos en el mercado.

Entre los dispositivos analizados se encuentran:

- Bringg, que es promocionado como una etiqueta inteligente que informa la ubicación del elemento.
- TrackR bravo, el cual los fabricantes indican que sirve para evitar pérdidas de *gadgets*.
- High Tech RFID Tag Alarm System, que sirve para observar que un elemento no se escape de una determinada área que el usuario programa.
- The Retrieval of Forgotten Items. A White Paper from Team FIRB. Charlie Carlson, Mike Moss, & Ann Tupek. El mismo *paper* o documento trata sobre un dispositivo que trabaja con RFID, sin embargo lo analiza de la perspectiva de que si la persona olvidó el documento en su hogar, un *delivery* o personal de entrega

ingresará a su domicilio, tomará el elemento y se lo entregará en una ubicación pautada.

- Bluesmart, promocionada como una valija inteligente creada por argentinos. Este producto te permite desde un celular: bloquear la valija, desbloquearla, saber la carga en kilos que tiene (para no pasarse del límite impuesto por las empresas aéreas), la ubicación de la valija, entre otras funcionalidades.

Tabla 1  
*Comparativa de productos en el mercado.*

Producto	Función	Tecnología	Precio
Bringg	Ubicar un elemento	Llavero RFID inteligente	USD 99 el producto con 4 llaveros. USD25 la unidad de cada llavero por separado.
TrackR bravo	Evitar pérdida de <i>gadgets</i>	Llavero RFID inteligente	USD29 cada llavero.
High Tech RFID Tag Alarm System	Alertar cuando un elemento se sale de una zona programada.	Llavero RFID inteligente de gran tamaño (tecnología obsoleta)	USD60.
The Retrieval of Forgotten Items.	Obtener el elemento olvidado y entregárselo al usuario.	Llavero RFID	No definido.
Bluesmart	Valija inteligente	Inalámbrica	USD489

Actualmente en la plataforma de financiación colectiva *KickStarter* se encuentra un proyecto llamado *GearEye* que utiliza la misma tecnología que la propuesta en este trabajo que permite conocer si se encuentran todos los elementos necesarios para emprender una actividad y también hallar un elemento perdido, sin embargo, entre las limitaciones que tiene es que está enfocado al público que se dedica a la fotografía amateur o profesional. Este dispositivo merece ser analizado en un párrafo aparte debido a la similitud con el trabajo que se está realizando. A diferencia de este proyecto, *GearEye* necesita de etiquetas RFID autoadhesivas de mayor tamaño debido principalmente a la característica de poder localizar un elemento perdido, generando esto un excesivo espacio a ocupar sobre el elemento, a su vez, el usuario es quien debe iniciar el proceso para determinar los elementos que se encuentran en el bolso por lo que exige responsabilidad

por parte de quien utiliza la solución. Se ofrece en dos versiones de producto, estas son: una carcasa para celular que contiene el dispositivo lector de RFID o en *dongle* (dispositivo autónomo) que se lleva dentro del bolso. El precio de reventa varía dependiendo de la cantidad de etiquetas RFID que se necesite comprar junto con el dispositivo, tanto la carcasa como el dongle cuestan el mismo precio, que inicia en USD199 con 20 etiquetas y termina en USD249 y 80 etiquetas. Actualmente se encuentra en proceso de fabricación y se estima que estará disponible para la venta en Julio de 2017.

## Diseño metodológico

El proyecto a desarrollar es de *investigación aplicada* sobre el terreno de campo, siendo la profundidad de la misma: *exploratoria y cuantitativa*. El instrumento elegido para la recolección de datos es la *encuesta*, a través de los medios de comunicación de Facebook y WhatsApp, para los habitantes de la provincia de Córdoba.

Para el desarrollo del dispositivo se selecciona la placa de desarrollo *Arduino Uno R3*, la cual contiene un microcontrolador *Atmel* modelo *ATmega328P* de 8 bits que utiliza como medios de entradas y salidas los protocolos de comunicación *I<sup>2</sup>C* y *SPI*, siendo el IDE de desarrollo de código fuente *Arduino* basado en lenguajes *C* y *C++*. El sistema de medición de aceleración para obtener los movimientos es el *MPU-6050* del fabricante *InvenSense* que utiliza *I<sup>2</sup>C* como protocolo de comunicación con el microcontrolador. Para la comunicación entre el dispositivo lector y el celular se utiliza una placa de Bluetooth *HC-06*, que utiliza un *protocolo versión 2.0* de funcionamiento *esclavo*, con la configuración de aplicación *RFcomm*, siendo el tipo de conexión del administrador de enlaces del tipo *ACL*, su rango de enlace de Clase 2 y su comunicación con Arduino realizada mediante la *interfaz serie* del mismo. Para la lectura de los elementos se utiliza un lector *RFID RC522* de comunicación con el microcontrolador mediante el protocolo *SPI*, siendo su frecuencia de transmisión de rango *HF* de *13.56 MHz* y sus transpondedores *tarjetas inteligentes sin contacto* de tipo de funcionamiento *pasivo*.

Para el desarrollo de la aplicación móvil de seguimiento de elementos se utiliza como sistema operativo base *Android* de Google, siendo la capa utilizada *Application framework* y el IDE de desarrollo *Android Studio*, el tipo de aplicación es *nativa* y su arquitectura de aplicación es de *comunicación entre dispositivos* siendo sus patrones de diseño: *MVC*, *Threading* y *Delegation*.

Como metodología de desarrollo se selecciona *Mobile-D* que es centrada en el desarrollo de aplicaciones móviles.

A continuación se detallan las herramientas necesarias para la concreción del proyecto de trabajo final de graduación.

Tabla 2  
*Herramientas necesarias. Diseño Metodológico.*

Herramientas necesarias para la concreción del proyecto		
Actividad	Herramienta	Finalidad
Encuesta	Formularios de Google	Validación de la idea
Análisis de datos de encuesta	Microsoft Office Excel	Cruzar datos para la toma de decisiones
Diseño de diagramas O.O.	Gliffy Diagrams	Representación del análisis y diseño del sistema mediante lenguaje UML basado en el paradigma de desarrollo Orientado a Objetos
Diseño de interfaces de usuarios	Balsamic Mockups	Representación gráfica de la interacción máquina-humano
Desarrollo de aplicación móvil	Android Studio	Aplicación funcional que pueda correr en un dispositivo móvil
Desarrollo de software microcontrolador	Sketch Arduino	Desarrollo del dispositivo lector de elementos
Diseño de diagramas en bloques y conexiones eléctricas	Kicat EDA Software Suite	Diseñar inter-conexionado de los módulos necesarios para el desarrollo
Planificación de actividades	Gantter for Google Drive	Planificación y seguimiento del proyecto

## Relevamiento estructural

### *Ubicación física*

Como una manera de acotar la dimensión del relevamiento para de este modo evitar un exceso de gasto del recurso tiempo es que se decide realizar la encuesta de validación sólo para los residentes de la provincia de *Córdoba*, por lo que todos los datos proporcionados en las siguientes páginas se basan en dicha condición.

### *Población*

Según datos del INDEC, basados en el censo nacional de población, hogares y viviendas 2010, en la provincia de Córdoba hay un total de 2.421.497 habitantes. De la población activa se desprende que hay: 1.225.336 personas que tienen como única actividad trabajar, 161.401 habitantes que estudian y trabajan y 129.710 jubilados/pensionados que trabajan. En cuanto a la población inactiva surge que hay: 248.881 estudiantes, 372.276 jubilados/pensionados y 283.893 en otra situación indefinida. Del entrecruzamiento de los datos relevados en la encuesta de validación (para más información sobre la misma ver Anexo I) se obtiene que la población objetivo a la cual se busca brindar ayuda consta de: 5681 estudiantes, 7408 personas que se desempeñan como estudiantes y trabajadores, 163.835 trabajadores y 76.492 habitantes que realizan tareas de hogar.

### *Recursos tecnológicos*

Teniendo en cuenta la cuota de mercado mundial de teléfonos celulares, la cual refleja que Android posee el 65.26% (al mes de enero de 2017) del mercado de sistemas operativos se determina que la solución debe dar soporte desde el sistema operativo Android 4.4 al Android 6.0 (para más información ver Sistemas Operativos Móviles de la sección TIC).

## Relevamiento funcional

En base a los datos relevados en la encuesta de validación se desprende que del total de encuestados un 44% no presentan problemas de olvidarse de algún elemento importante. Es por esto que se les indagó sobre si poseían un don innato (respondiendo un 31.3% de los encuestados) o si utilizaban técnicas para recordar (siendo un 68.7% de las personas), por lo que en caso de que respondieran que utilizaban técnicas, se les consultó sobre las mismas para de este modo aspirar a encontrar un patrón de buenas prácticas que ayuden a las personas que afirman olvidar elementos. La decisión de consultar a las personas que nunca olvidan es debido al supuesto de que las personas que olvidan a menudo no utilizan ninguna técnica o la que utilizan no funciona correctamente (para más información visitar la sección Anexo I).

De la encuesta de validación se desprenden los siguientes datos:

Tabla 3

*Técnicas relevadas utilizadas para no olvidar (Datos recabados por el autor).*

Método	Frecuencia (en %)
Lista	38%
Orden	30%
Rutinas	25%
Conocer la actividad	20%
Calendarizar	20%
Cuestionarse	15%
Ubicaciones predefinidas	10%
NS/NC	10%
Notas de audio	5%
Tenerlas visibles	5%
Prestar atención	5%
Conteo	5%
Enumeración	5%

La mayoría de los entrevistados que aseguran no olvidar jamás elementos coinciden en que su método para evitar el problema es listando lo que necesita (38%). Posteriormente en orden descendente de coincidencias son: tener los elementos en un orden establecido (30%), generar actividades rutinarias (25%), conociendo exactamente

cuál será la actividad que va a desarrollar (20%), calendarizar las actividades junto con los elementos necesarios (20%), cuestionarse si algo se están olvidando en el momento de abandonar un lugar (15%), llevar esos elementos en ubicaciones predefinidas para determinar sensorialmente con sus manos que estén todos esos elementos (10%). Más allá de sus bajas frecuencias, también resulta interesante mencionar estos cuatro métodos: notas de audios (5%), tenerlas visibles (5%), conteo (5%) y enumeración (5%).

Un estudio estadístico publica que el tiempo promedio mundial que la población destina a interactuar con el celular es de 4 horas por día. A su vez, se destaca la evolución de la interacción humano-computadora de pasar de lo táctil en todas sus versiones (botones, perillas, ratones de computadora, pantallas táctiles mediante lápices especiales y pantallas táctiles utilizando los dedos) a comandar el dispositivo móvil o un ambiente controlado por dispositivos mediante la voz (Kleiner Perkins Caufield & Byers (KPCB), 2016).

## **Diagnóstico**

Haciendo referencia a los datos relevados en la encuesta donde se obtiene que el 56% de las personas encuestadas afirman olvidar elementos importantes del quehacer diario al momento de retirarse de un lugar siendo las consecuencias de haber cometido el olvido en el 90% de los casos de severidad medias y graves. Esta situación se encuentra ampliamente relacionada con la utilización de la memoria prospectiva por parte de las personas, la cual es la encargada de permitir planificar actividades a ejecutar en algún momento del futuro, mientras que del 44% de los encuestados que afirman jamás olvidar elementos importantes sólo un 33% aseguran tener un don innato, esto es según el modelo de Kliegel de 4 fases que estas personas tienen la capacidad de modelizar en su memoria prospectiva aquellas actividades a realizar a través de la utilización de las fases de: formación (que consiste en la planificación de todo aquello necesario para la ejecución

de la actividad), retención en la memoria retrospectiva de todo aquello planificado, iniciación en el futuro a partir de un estímulo y la ejecución propiamente dicha de la actividad. Sin embargo, el 68.7% restante de las personas que jamás olvidan, lo realizan utilizando distintas técnicas prescindiendo de la utilización de la retención en la memoria retrospectiva, esto significa que estas personas modelizan una actividad mediante el uso de técnicas soportes listadas en la Tabla 3, no obstante, las mismas poseen la suficiente flexibilidad cognitiva como para activar en el momento adecuado la necesidad de acceder a esos soportes utilizados a través de un disparador estímulo en la fase de iniciación. En base a lo planteado con anterioridad, se puede inferir que el 56% de las personas que olvidan elementos realizan correctamente la etapa de formación al igual que los individuos que integran el 44% pero fallan en la fase de retención, ya sea porque su memoria retrospectiva ha sido víctima de la interferencia o paso del tiempo en la huella memoria o porque no utilizan ninguna técnica soporte (ampliamente utilizada en el 68.7% de las personas que nunca olvidan), como también puede ser que estos sujetos no posean la suficiente habilidad cognitiva como para interceptar los estímulos necesarios para dar lugar a la fase de iniciación del modelo de memoria prospectiva. Este problema que agobia a las personas que se olvidan elementos está sumamente ligado al estilo de vida actual: estrés laboral causado por sobrecargas de parte de los empleadores, las interrupciones mientras se realizan actividades laborales o los frecuentes cambios de tareas durante el día de trabajo, las amenazas de la pérdida laboral debido a problemas coyunturales de la economía del país, y el envejecimiento de la población, entre otros. Es por esto que el malfuncionamiento de la memoria prospectiva genera en las personas que lo padecen graves problemas de confianza de sus propias capacidades y también en el agravamiento de las condiciones de vida ya que no poseen herramientas que permitan controlar y mitigar esta situación tan problemática. Mientras que económicamente se

observa en el caso de las 171.243 personas activas laboralmente que olvidan elementos al menos una vez al mes y que las severidades de haber cometido ese olvido suelen ser con frecuencia medias y graves con la consiguiente pérdida de tiempo, se puede hacer un análisis y obtener que en el caso de que hayan perdido una hora de trabajo al mes debido a este problema arroja una pérdida de \$7.149.395 en la economía de la provincia de Córdoba. Es importante destacar que se cuenta con un promedio del 83.75% de estas personas que utilizan celular y bolso, siendo este un número bastante interesante como para poder ayudar a resolver o atenuar su problema mediante una solución innovadora.

### **Propuesta**

Mediante el análisis de lo planteado en el diagnóstico, se busca construir un prototipo de sistema que permita a estas 253.416 personas que cometen olvido brindarle las herramientas necesarias para que puedan aplicar las técnicas que ayuden a prescindir de la etapa de retención de la memoria prospectiva y también generarles los suficientes estímulos disparadores para ayudarlos en la fase de iniciación, para de este modo reducir la posibilidad de que olviden elementos importantes del quehacer diario y darles acceso a mejorar sus condiciones de vida. Por otro lado, permitir a la economía de la provincia de Córdoba realizar un ahorro en los costos laborales de las 171.243 personas que padecen este problema de por lo menos \$7.149.395 durante el primer mes de uso del sistema propuesto. Es por ello que el sistema debería permitir formar un triángulo entre: **DISPOSITIVO** (con sentidos para percibir su entorno y comunicárselo al celular), **CELULAR** (con la aplicación capaz de procesar, analizar, almacenar y comunicarse con la persona) y **BOLSO**.

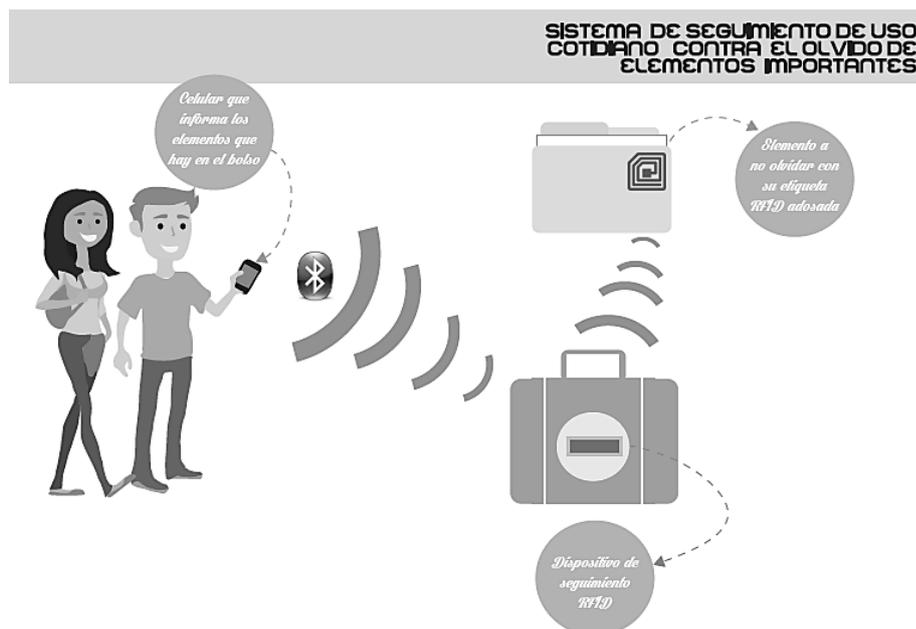


Figura 26 Diagrama del Sistema de seguimiento

La construcción del prototipo de dispositivo se basa en la utilización de una placa de desarrollo Arduino UNO R3 que opera como gestor de los siguientes componentes:

- Placa de Bluetooth HC-06 de funcionamiento esclavo que permite la comunicación (envío y recepción de datos) con el celular.
- Placa de sensor acelerómetro MPU-6050 de tres ejes, que permite obtener los movimientos de agitación del usuario.
- Placa de lector RFID RC522 con una frecuencia de operación HF de 13.56 MHz, que permite la comunicación con tarjetas inteligentes y de este modo la identificación de elementos a no olvidar.

A su vez, el celular en conjunto con la aplicación móvil nativa para el sistema operativo Android basada en una arquitectura de comunicación entre dispositivos (comunicación entre dispositivo lector y celular) debería permitir a la persona:

- Ingresar su actividad: *estudiante, estudiante y trabajador, trabajador y tareas varias.*

- Listar (agregar, quitar y consultar) actividades y elementos.
- Ordenar sus elementos de modo que todo aquello que no necesite debido a su actividad diaria se le informe para que lo retire del bolso.
- Identificar sus rutinas diarias, semanales y anuales.
- Informarse de la actividad próxima a desarrollar.
- Calendarizar sus actividades.
- Informarse si faltan elementos al momento de retirarse de un lugar.
- Tener los elementos visibles que traducido sería saber exactamente qué elementos se encuentran en el bolso.
- Comunicarse o comandar la aplicación mediante la voz.

Finalmente, el sistema debería:

- Contar y enumerar todos los elementos necesarios para el seguimiento mediante la *identificación* de los mismos.

## Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales se encuentran divididos en tres módulos que son: Configuración, Planificación e Iniciación.

### *Módulo Configuración*

En este módulo se plantean tres escenarios posibles: Modificar PIN de comunicación con el dispositivo (CON01), Recuperar PIN de comunicación con el dispositivo (CON02), Configurar fase de Iniciación (CON03) y Configurar perfil de usuario (CON04).

Tabla 4

*Requerimiento funcional: Modificar PIN de comunicación con el dispositivo.*

Identificador	Descripción
CON01	El sistema debe permitir la modificación del PIN de comunicación Bluetooth con el dispositivo para asegurar al usuario contra ataques de accesos intrusivos. A su vez, debe permitir el ingreso de tres respuestas a preguntas para el caso en que el usuario olvide el PIN ingresado.

Tabla 5

*Requerimiento funcional: Recuperar PIN de comunicación con el dispositivo.*

Identificador	Descripción
CON02	El sistema debe permitir al usuario recuperar el PIN en caso de habérselo olvidado mediante el pedido de las tres respuestas a preguntas configuradas previamente en CON01 y su posterior ingreso correcto por parte del usuario. Además, debe permitir al usuario ingresar un nuevo PIN.

Tabla 6

*Requerimiento funcional: Configurar fase de Iniciación.*

Identificador	Descripción
CON03	El sistema debe permitir al usuario configurar la fase de iniciación, mediante la selección de: tiempo de aviso previo de alarma ante una actividad, evento de <i>agitar</i> el bolso por parte del usuario o ambas configuraciones posibles.

Tabla 7

*Requerimiento funcional: Configurar perfil de usuario.*

Identificador	Descripción
CON04	El sistema debe permitir al usuario configurar el tipo de perfil para una correcta identificación de sus actividades, permitiendo seleccionar al usuario entre los siguientes tipos: estudiante, estudiante y trabajador, trabajador y tareas varias.

*Módulo Planificación*

El módulo planificación plantea dos escenarios posibles: Administrar actividades (PLA01) y Administrar elementos (PLA02).

Tabla 8

*Requerimiento funcional: Administrar actividades.*

Identificador	Descripción
PLA01	En base al perfil seleccionado por el usuario en CON04, el sistema debe permitir al usuario administrar sus actividades mediante alta, baja y modificación, pidiendo al usuario el ingreso del nombre de la actividad, a su vez permitiendo seleccionar: todos los días, una vez a la semana, una vez al mes o personalizado desplegando el sistema un calendario para que el usuario seleccione la/s fecha/s concreta/s y el horario de aviso y, por último, le permite al usuario seleccionar los elementos necesarios para la actividad en caso de que estén ingresados en el sistema o seleccionar personalizado para ingresar un elemento que aún no se encuentra etiquetado.

Tabla 9

*Requerimiento funcional: Administrar elementos.*

Identificador	Descripción
PLA02	El sistema debe permitir al usuario administrar los elementos a realizar el seguimiento mediante el alta, baja y modificación de los mismos y también realizar la consulta de los elementos que se encuentran en el bolso en ese momento. A su vez, el sistema permite el alta de elementos en dos escenarios posibles: ingresando un elemento y agitando el bolso por lo cual el sistema al identificarlo como nuevo emite una notificación al usuario para que él mismo lo ingrese al sistema o mediante la opción de administración de elementos desde la aplicación. En ambos casos, el sistema pide al usuario que ingrese: el nombre del elemento, frecuencia de uso que permite al usuario seleccionar siempre en el bolso o personalizada, en caso de seleccionar

Identificador	Descripción
	personalizada el sistema pide al usuario que indique las actividades que necesitan de ese elemento.

### *Módulo Iniciación*

En este módulo se plantean tres escenarios posibles: Iniciar por actividad próxima (INI01), Iniciar por elemento que no se encuentra en bolso (INI02) e Iniciar por configuración de actividad próxima (INI03).

Tabla 10

*Requerimiento funcional: Iniciar por actividad próxima.*

Identificador	Descripción
INI01	El sistema debe notificar al usuario cuando una actividad está próxima a iniciar informando aquellos elementos necesarios y que no se encuentran en el bolso para realizar dicha actividad. A su vez, la iniciación dependerá de lo configurado por el usuario en CON03.

Tabla 11

*Requerimiento funcional: Iniciar por elemento que no se encuentra en bolso.*

Identificador	Descripción
INI02	El sistema debe notificar al usuario aquellos elementos que faltan en el bolso cuando el usuario realiza la acción <i>agitar</i> bolso.

Tabla 12

*Requerimiento funcional: Iniciar por configuración de actividad próxima.*

Identificador	Descripción
INI03	El sistema debe notificar al usuario que próximamente habrá una actividad en la cual se encuentra uno o varios elementos configurados en PLA01 que aún no han sido identificados por el sistema. A su vez, debe permitir al usuario ingresarlos mediante la presentación de PLA02.

## **Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales se dividen en dos tipos: requerimientos del producto (PRO) y requerimientos organizacionales (ORG).

### *Requerimientos de producto*

En los requerimientos del producto se distinguen dos: rapidez en la ejecución de las notificaciones (PRO01) y facilidad de uso y adaptación (PRO02).

Tabla 13

*Requerimiento de producto: rapidez en la ejecución de las notificaciones.*

Identificador	Descripción
PRO01	El sistema debe notificar al usuario al producirse un evento de iniciación en un tiempo inferior a los tres (3) segundos.

Tabla 14

*Requerimiento de producto: facilidad de uso y adaptación.*

Identificador	Descripción
PRO02	El sistema debe permitirle al usuario aprender a utilizarlo y adaptarse a su uso en un tiempo inferior a catorce (14) días, suponiendo siempre y cuando el usuario utilice el celular dentro del promedio de cuatro (4) horas diarias.

### *Requerimientos organizacionales*

De los requerimientos organizaciones surge: portabilidad del sistema (ORG01).

Tabla 15

*Requerimiento organizacional: portabilidad del sistema.*

Identificador	Descripción
ORG01	El sistema debe permitir ser utilizado por aquellos usuarios propietarios de cualquier <i>Smartphone</i> con sistema operativo Android desde la versión 4.4 a 6.0.

### **Requerimientos candidatos**

En los requerimientos candidatos surgen cuatro: Administrar actividades por voz (CAN01), Administrar elementos por voz (CAN02), Seguir actividades planificadas (CAN03) y Administrar elementos no necesarios para las actividades diarias (CAN04).

Tabla 16

*Requerimiento candidato: Administrar actividades por voz.*

Identificador	Descripción
CAN01	El sistema debe permitir al usuario administrar actividades por voz mediante un botón con una imagen acorde a un micrófono, el comando de alta a realizar por un usuario sería: <i>recordar</i> + nombre de actividad + fecha y hora + elementos a necesitar.

Tabla 17

*Requerimiento candidato: Administrar elementos por voz.*

Identificador	Descripción
CAN02	El sistema debe permitir al usuario administrar elementos por voz mediante un botón con una imagen acorde a un micrófono, el comando de alta a realizar por un usuario sería: <i>ingresar</i> + nombre de elemento.

Tabla 18

*Requerimiento candidato: Seguir actividades planificadas.*

Identificador	Descripción
CAN03	El sistema debe notificar al usuario cuando hay actividades planificadas que se encuentran contiguas y que puede llegar a ser necesario que el usuario lleve consigo todos los elementos necesarios.

Tabla 19

*Requerimiento candidato: Administrar elementos no necesarios para las actividades diarias*

Identificador	Descripción
CAN03	El sistema debe notificar al usuario cuando en el bolso se encuentran elementos que no son necesarios para las actividades planificadas en el día, listando todos aquellos elementos que el usuario debería quitar del bolso.

## Análisis y diseño

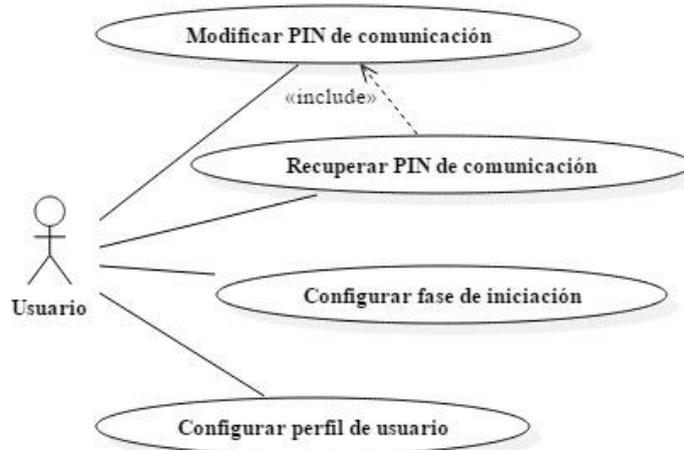


Figura 27 Caso de uso: Módulo Configuración (Fuente: propia)

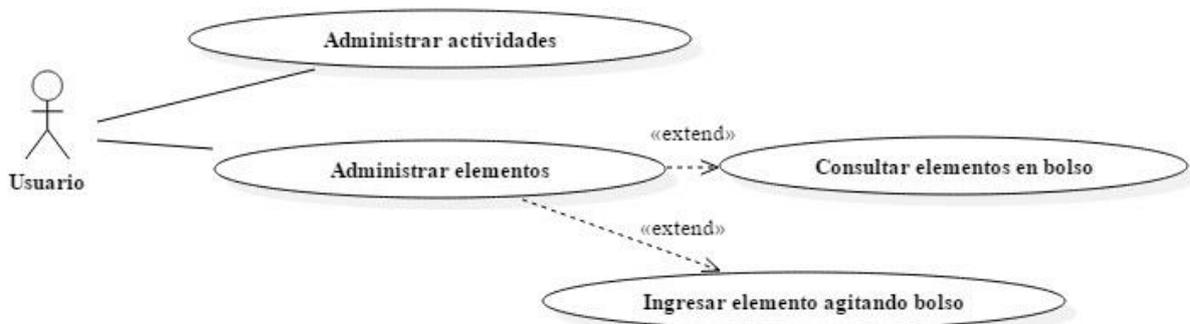


Figura 28 Caso de uso: Módulo Planificación (Fuente: propia)

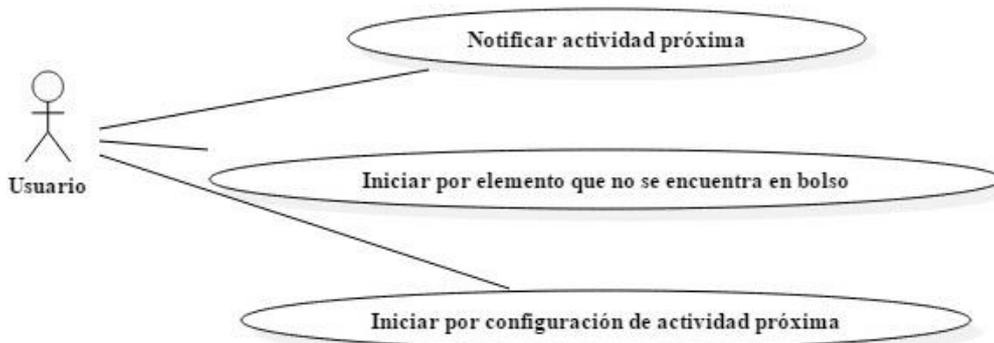


Figura 29 Módulo Iniciación (Fuente: propia)

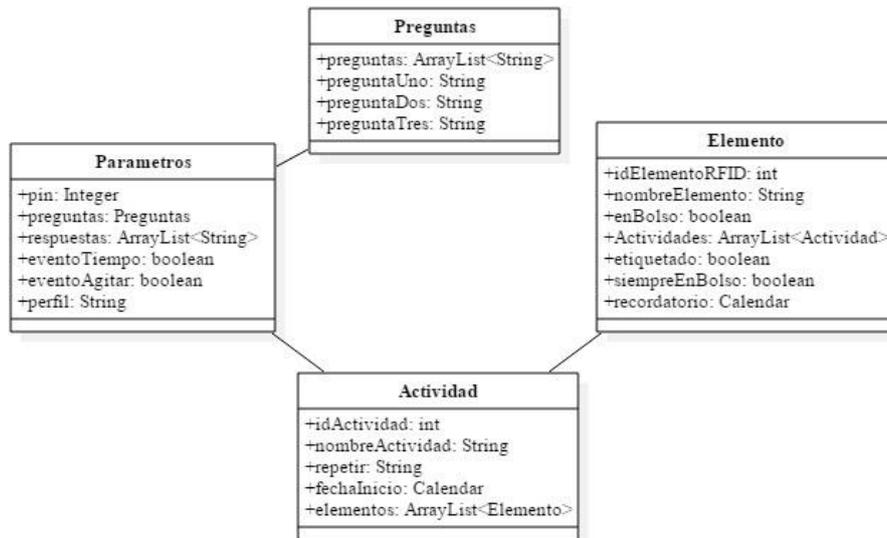


Figura 30 Diagrama de clases: Modelo de objetos del dominio (Fuente: propia)

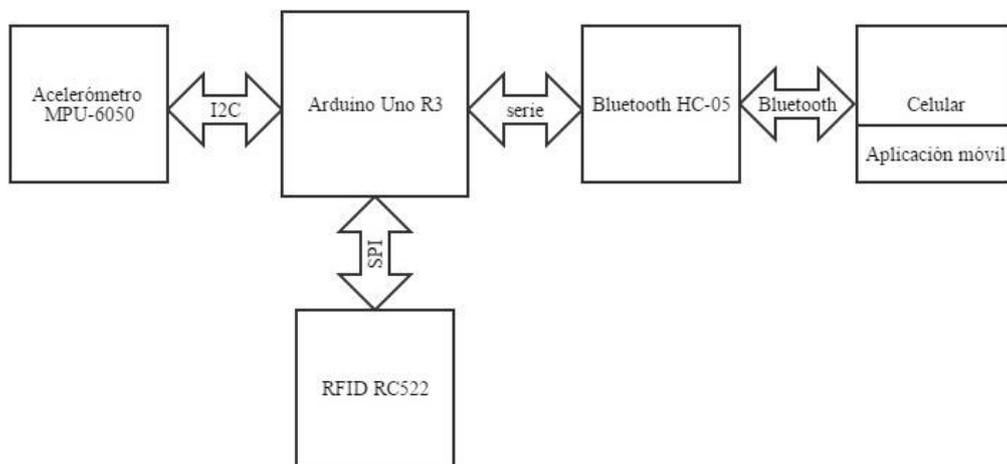


Figura 31 Diagrama de arquitectura (Fuente: propia)

Tabla 20

**CON01 Modificar PIN de comunicación con el dispositivo.**

Curso normal		Curso alternativo	
1. El usuario ingresa en la opción Modificar PIN de la pestaña CONFIGURACIÓN.			
2. El sistema solicita ingresar la contraseña actual, la contraseña nueva y el reingreso de la contraseña nueva.			
3. El usuario ingresa la contraseña actual, la contraseña nueva y reingresa la contraseña nueva.			
4. El usuario pulsa en siguiente para continuar.			
5. El sistema muestra tres preguntas para seleccionar y sus correspondientes respuestas a ingresar.			
6. El usuario selecciona las tres preguntas y escribe las tres respuestas.			
7. El usuario pulsa en Finalizar.			

Postcondiciones: El sistema registra la modificación de PIN de comunicación con el dispositivo.

Interfaces de usuario del caso de uso: CON01 Modificar PIN de comunicación con el dispositivo.



Figura 32 Interfaz de usuario: Configuración (Fuente: propia)

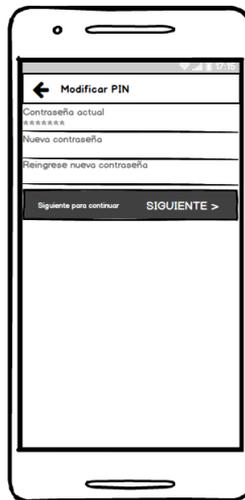


Figura 33 Interfaz de usuario: Configuración - Modificar PIN – Contraseña (Fuente: propia)

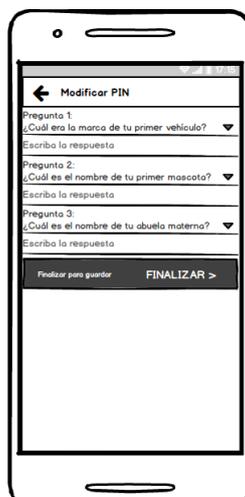


Figura 34 Interfaz de usuario: Configuración – Modificar PIN – Preguntas (Fuente: propia)

Tabla 21

*CON02 Recuperar PIN de comunicación con el dispositivo.*

Caso de uso: CON02 Recuperar PIN de comunicación con el dispositivo.	
Precondiciones: Conexión bluetooth entre dispositivo y celular establecida.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa en la opción Recuperar PIN de la pestaña CONFIGURACIÓN.</li> <li>2. El sistema muestra las tres preguntas seleccionadas durante el CU CON01 y solicita el ingreso de las tres respuestas.</li> <li>3. El usuario ingresa las tres respuestas a las preguntas.</li> <li>4. El usuario pulsa en siguiente para continuar.</li> <li>5. El sistema reconoce las tres respuestas ingresadas por el usuario.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. El usuario pulsa el botón hacia atrás y cancela.</li> <li>4.2. El sistema no realiza la modificación de PIN.</li> <li>5.1. El sistema no reconoce las tres respuestas ingresadas por el usuario y pide al usuario que reintente nuevamente.</li> </ol>
Postcondiciones: El sistema presenta el CU CON01.	

Interfaz de usuario del caso de uso CON02: Recuperar PIN de comunicación con el dispositivo.

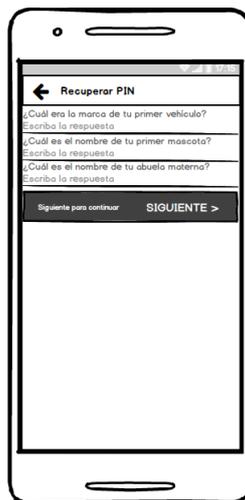


Figura 35 Interfaz de usuario: Configuración - Recuperar PIN (Fuente: propia)

Tabla 22

*CON03 Configurar fase de Iniciación.*

Caso de uso: CON03 Configurar fase de Iniciación.	
Precondiciones: -.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa en la opción Fase de iniciación de la pestaña CONFIGURACIÓN.</li> <li>2. El sistema muestra dos opciones: Tiempo de aviso previo y Evento agitar bolso para habilitar/deshabilitar.</li> <li>3. El usuario habilita/deshabilita las opciones.</li> <li>4. El usuario pulsa el botón hacia atrás para finalizar.</li> </ol>	
Postcondiciones: El sistema registra la configuración de fase de iniciación.	

Interfaz de usuario del caso de uso CON03: Configurar fase de Iniciación.



Figura 36 Interfaz de usuario: Configuración - Fase de iniciación (Fuente: propia)

Tabla 23

CON04 Configurar perfil de usuario.

Caso de uso: CON04 Configurar perfil de usuario.	
Precondiciones: -.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa en la opción Perfil de usuario de la pestaña CONFIGURACIÓN.</li> <li>2. El sistema muestra la opción Tipo de perfil para seleccionar entre: estudiante, estudiante y trabajador, trabajador y tareas varias.</li> <li>3. El usuario selecciona el tipo de perfil.</li> <li>4. El usuario pulsa el botón hacia atrás para finalizar.</li> </ol>	
Postcondiciones: El sistema registra la configuración de perfil de usuario.	

Interfaz de usuario del caso de uso CON04: Configurar perfil de usuario

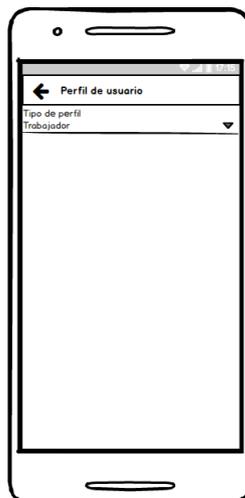


Figura 37 Interfaz de usuario: Configuración – Perfil de usuario (Fuente: propia)

Tabla 24

*PLA01 Administrar actividades.*

Caso de uso: PLA01 Administrar actividades.	
Precondiciones: -.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa en la pestaña ACTIVIDADES.</li> <li>2. El sistema presenta, en caso de existir, las actividades registradas y las opciones de: Consultar, Modificar y Eliminar. A su vez, muestra la opción de agregar nueva actividad.</li> <li>3. El usuario pulsa sobre el botón (+) de agregar nueva actividad.</li> <li>4. El sistema solicita: ingresar el nombre de la actividad, seleccionar la repetición, los días a realizar la actividad y la hora de alarma. También presenta las opciones: Agregar elementos disponibles y Agregar elemento personalizado.</li> <li>5. El usuario ingresa los datos solicitados.</li> <li>6. El usuario pulsa Agregar elementos disponibles.</li> <li>7. El sistema presenta los elementos disponibles para seleccionar.</li> <li>8. El usuario pulsa sobre cada elemento necesario para seleccionarlo.</li> <li>9. El usuario pulsa hacia atrás para finalizar la selección.</li> <li>10. El sistema presenta los elementos disponibles seleccionados.</li> <li>11. El usuario pulsa en GUARDAR.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. El usuario pulsa sobre una actividad.</li> <li>3.2. El sistema muestra las opciones de: Consultar, Modificar y Eliminar.</li> <li>3.3. El usuario selecciona una opción.</li> <li>3.4. El sistema realiza la acción correspondiente.</li>   <li>6.1. El usuario pulsa Agregar elemento personalizado.</li> <li>6.2. El sistema muestra el CU PLA02 con la nueva actividad que se está creando.</li> <li>6.3. El usuario pulsa en GUARDAR del CU PLA02.</li> <li>6.4. El sistema presenta los elementos personalizados ingresados.</li> </ol>
Postcondiciones: El sistema registra la nueva actividad.	

Interfaces de usuario del caso de uso PLA01: Administrar actividades.



Figura 38 Interfaz de usuario: Actividades (Fuente: propia)



Figura 39 Interfaz de usuario: Actividades – Menú desplegable (Fuente: propia)



Figura 40 Interfaz de usuario: Actividades – Nueva actividad (Fuente: propia)

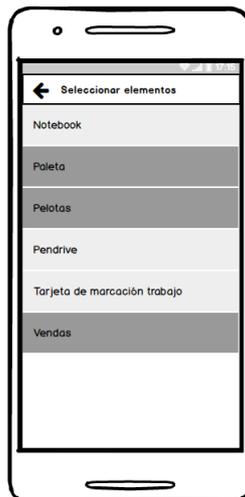


Figura 41 Interfaz de usuario: Actividades – Seleccionar elementos disponibles (Fuente: propia)

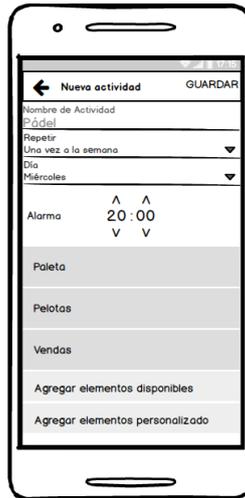


Figura 42 Interfaz de usuario: Actividades – Elementos disponibles seleccionados (Fuente: propia)

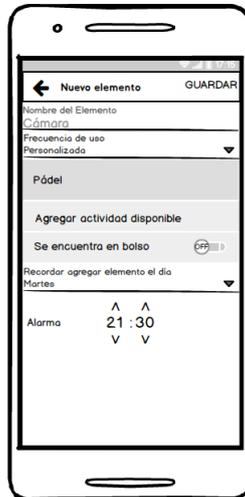


Figura 43 Interfaz de usuario: Actividades – Nuevo elemento personalizado (Fuente: propia)



Figura 44 Interfaz de usuario: Actividades – Elementos personalizados agregados (Fuente: propia)

Tabla 25

*PLA02 Administrar elementos.*

Caso de uso: PLA02 Administrar elementos.	
Precondiciones: Conexión bluetooth entre dispositivo y celular establecida.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa en la pestaña ELEMENTOS.</li> <li>2. El sistema presenta, en caso de existir, los elementos registrados y las opciones de: Consultar, Modificar y Eliminar. A su vez, muestra las opciones de: consultar elementos en el bolso y agregar nuevo elemento.</li> <li>3. El usuario pulsa sobre el botón (+) de agregar nuevo elemento.</li> <li>4. El sistema solicita ingresar el nombre del elemento, seleccionar la frecuencia de uso: Siempre en el bolso o Personalizada, y la opción de si el elemento se encuentra en el bolso.</li> <li>5. El usuario ingresa el nombre del elemento.</li> <li>6. El usuario selecciona la frecuencia de uso: Siempre en el bolso.</li> <li>7. El usuario habilita la opción de que el elemento se encuentra en el bolso.</li> <li>8. El sistema detecta el nuevo elemento y presenta un aviso de elemento encontrado.</li> <li>9. El usuario pulsa en GUARDAR.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. El usuario pulsa sobre un elemento.</li> <li>3.1.2. El sistema muestra las opciones de: Consultar, Modificar y Eliminar.</li> <li>3.1.3. El usuario selecciona una opción.</li> <li>3.1.4. El sistema realiza la acción correspondiente.</li> <li>6.1. El usuario selecciona la frecuencia de uso: Personalizada.</li> <li>6.2. El sistema muestra la opción de Agregar actividades disponibles.</li> <li>6.3. El usuario pulsa Agregar actividades disponibles.</li> <li>6.4. El sistema muestra las actividades disponibles para seleccionar.</li> <li>6.5. El usuario pulsa sobre cada actividad para seleccionarla.</li> <li>6.6. El usuario pulsa hacia atrás para finalizar la selección.</li> <li>6.7. El sistema presenta las actividades seleccionadas.</li> <li>7.1. El usuario deshabilita la opción de que el elemento se encuentra en el bolso.</li> <li>7.2. El sistema presenta las opciones: de recordar la fecha para agregar el elemento y el horario de alarma.</li> <li>7.3. El usuario ingresa la fecha y hora de alarma.</li> </ol>
Postcondiciones: El sistema registra el nuevo elemento.	

Interfaces de usuario del caso de uso PLA02: Administrar elementos.



Figura 45 Interfaz de usuario: Elementos – Menú desplegable (Fuente: propia)



Figura 46 Interfaz de usuario: Elementos – Nuevo elemento (Fuente: propia)

Tabla 26

*PLA03 Consultar elementos en bolso.*

Caso de uso: PLA03 Consultar elementos en bolso.	
Precondiciones: Conexión bluetooth entre dispositivo y celular establecida.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa en la pestaña ELEMENTOS.</li> <li>2. El sistema presenta todos los elementos que se encuentran registrados.</li> <li>3. El usuario pulsa sobre el botón consultar elementos en el bolso.</li> <li>4. El sistema consulta y muestra los elementos que se encuentran en el bolso.</li> </ol>	
Postcondiciones:-.	

Interfaces de usuario del caso de uso PLA03: Consultar elementos en bolso.

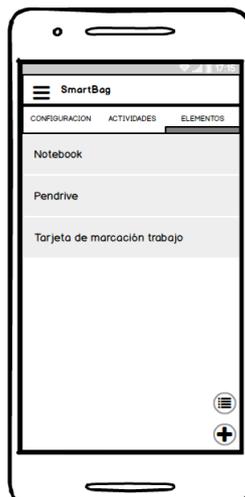


Figura 47 Interfaz de usuario: Elementos – Elementos actualmente en el bolso (Fuente: propia)

Tabla 27

*PLA04 Ingresar elementos agitando bolso.*

Caso de uso: PLA04 Ingresar elementos agitando bolso.	
Precondiciones: Conexión bluetooth entre dispositivo y celular establecida.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario coloca un nuevo elemento etiquetado dentro del bolso y realiza la acción de agitar el mismo.</li> <li>2. El sistema detecta un nuevo elemento y avisa al usuario mediante una notificación de nuevo elemento encontrado.</li> <li>3. El usuario pulsa sobre la notificación.</li> <li>4. El sistema inicia el curso normal 4 del CU PLA02.</li> </ol>	
Postcondiciones: El sistema registra el nuevo elemento.	

Interfaces de usuario del caso de uso PLA04: Ingresar elementos agitando bolso.

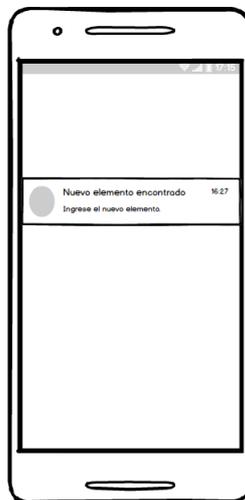


Figura 48 Interfaz de usuario: Elementos – Detección de elemento nuevo por agitación (Fuente: propia)

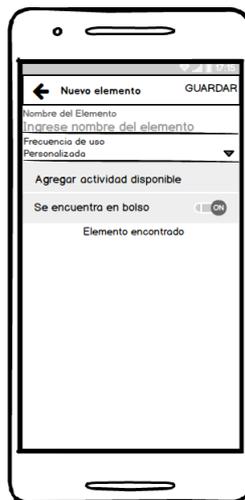


Figura 49 Interfaz de usuario: Elementos – Nuevo elemento post-notificación (Fuente: propia)

Tabla 28

*INI01 Iniciar por actividad próxima.*

Caso de uso: INI01 Iniciar por actividad próxima.	
Precondiciones: Conexión bluetooth entre dispositivo y celular establecida, Fase de iniciación - Tiempo de aviso previo HABILITADO.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema consulta que se encuentren en el bolso todos los elementos necesarios para realizar la actividad próxima a comenzar.</li> <li>2. El sistema determina que se encuentran todos los elementos necesarios.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. El sistema detecta que faltan elementos en el bolso necesarios para la actividad próxima a iniciar.</li> <li>2.2. El sistema emite una notificación al usuario.</li> </ol>
Postcondiciones: -.	

Interfaz de usuario del caso de uso INI01: Iniciar por actividad próxima.

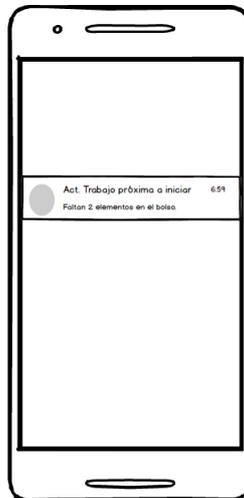


Figura 50 Interfaz de usuario: Iniciación – Notificación de elementos faltantes de actividad (Fuente: propia)

Tabla 29

*INI02 Iniciar por elemento que no se encuentra en bolso.*

Caso de uso: INI02 Iniciar por elemento que no se encuentra en bolso.	
Precondiciones: Conexión bluetooth entre dispositivo y celular establecida.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario realiza la acción de agitar el bolso.</li> <li>2. El sistema consulta que se encuentren en el bolso todos los elementos necesarios para realizar determinada/s actividad/es.</li> <li>3. El sistema determina que se encuentran todos los elementos necesarios.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. El sistema detecta que faltan elementos en el bolso necesarios para la/s determinada/s actividad/es.</li> <li>3.2. El sistema emite una notificación al usuario informando aquellos elementos faltantes.</li> </ol>
Postcondiciones: -.	

Interfaz de usuario del caso de uso INI02: Iniciar por elemento que no se encuentra en bolso.

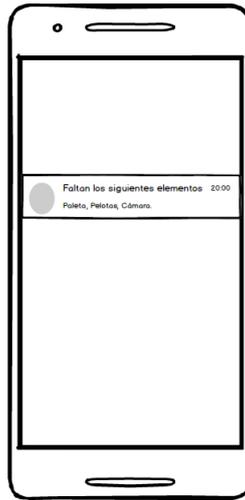


Figura 51 Interfaz de usuario: Iniciación – Elementos faltantes por agitación (Fuente: propia)

Tabla 30

*INI03 Iniciar por configuración de actividad próxima.*

Caso de uso: INI03 Iniciar por configuración de actividad próxima.	
Precondiciones: -.	
Curso normal	Curso alternativo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema emite una notificación basada en lo configurado en PLA02 para aquellos elementos que aún no se encuentran identificados por el sistema.</li> <li>2. El usuario pulsa sobre la notificación.</li> <li>3. El sistema presenta los elementos de PLA02 ordenados por los que se encuentran sin etiquetar.</li> </ol>	
Postcondiciones: -.	

Interfaz de usuario del caso de uso INI03: Iniciar por configuración de actividad próxima.

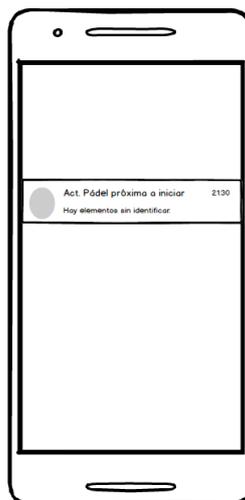


Figura 52 Interfaz de usuario: Iniciación – Notificación alarma elementos sin identificar (Fuente: propia)

## *Seguridad de la información*

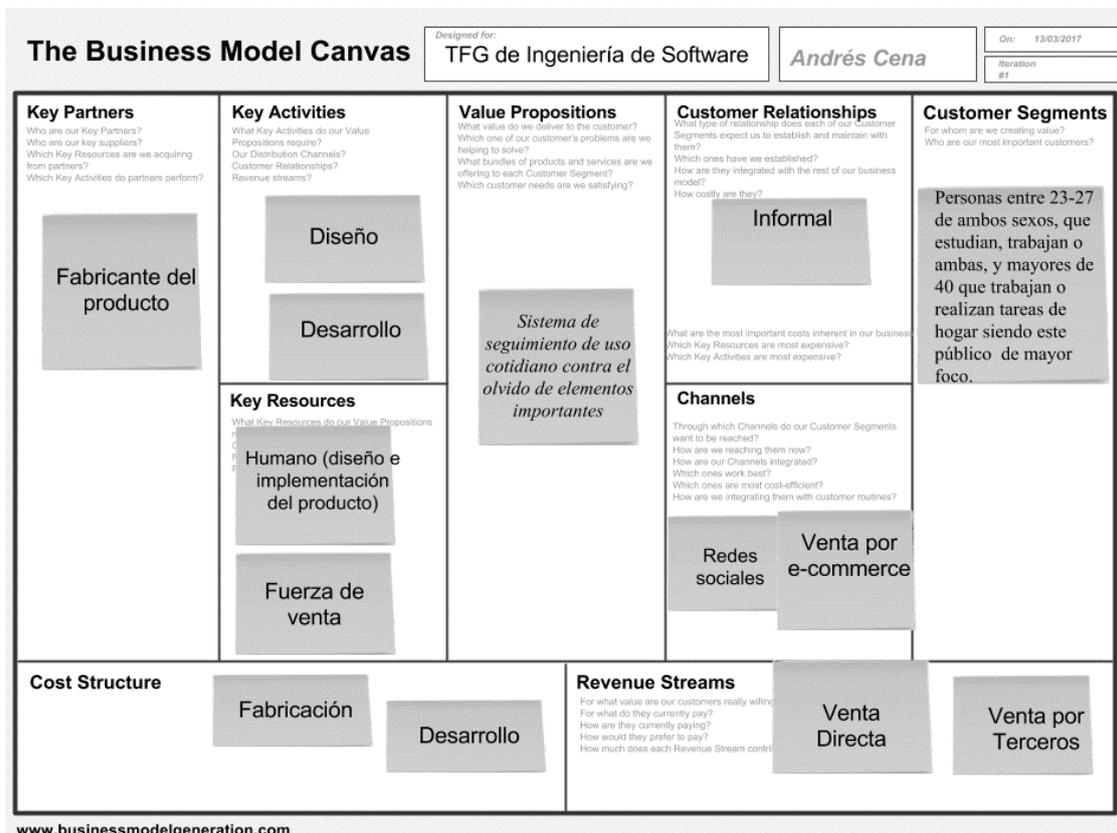
La seguridad de la información del Sistema de seguimiento de uso cotidiano contra el olvido de elementos importantes es analizada bajo la perspectiva de la pirámide formada por los factores: confidencialidad, integridad y disponibilidad. En base a estos tres aspectos es que se consideran los principales componentes del sistema que son pasibles de ser vulnerados y los efectos que producen sobre el sistema y fundamentalmente el usuario. Los componentes que poseen el mayor riesgo de ser vulnerados son: celular, módulo Bluetooth del sistema lector de RFID y las tarjetas o etiquetas RFID. En cuanto al celular, en caso de ser sustraído o desbloqueado debido a que el usuario no ha dispuesto de medidas mínimas de seguridad de acceso al móvil, ya sean: patrones de desbloqueo, huella digital o encriptación de la información contenida en la memoria, el intruso puede obtener los datos sobre las actividades que realiza la persona o los elementos personales que utiliza y almacena el sistema, poniendo en riesgo la confidencialidad de la información y a su vez la disponibilidad en caso de que el usuario no haya realizado copias de respaldo, ya que por políticas de confidencialidad, el sistema no almacena ningún dato de la aplicación en servidores externos. En el caso del acceso intrusivo sobre el módulo Bluetooth del sistema lector RFID, la seguridad de la información se ve afectada también en los dos factores mencionados con anterioridad, confidencialidad y disponibilidad de la información, en cuanto a la confidencialidad y en caso de obtener el intruso los comandos necesarios para la comunicación entre dispositivos (celular y lector) o disponer de la aplicación, puede detectar físicamente a la persona que utiliza la aplicación, mientras que la afectación por disponibilidad de la información es que en caso de obtener el acceso al dispositivo lector, se pueden generar múltiples peticiones que afecten el rendimiento del celular o la aplicación causando temporariamente la indisponibilidad de la información, por lo que en este caso, el sistema

pide el ingreso de tres preguntas y sus respectivas respuestas como medida de mitigación de seguridad contra el acceso intrusivo externo y por otra parte, al no contar el intruso con el acceso a la fuente de datos del celular atacado, no puede obtener los datos de los elementos asociados a las tarjetas o etiquetas RFID. Finalmente, la intromisión mediante la lectura de las tarjetas o etiquetas RFID ya sean a través de dispositivos lectores dispuestos en espacios públicos por organismos estatales o privados, pueden afectar la confidencialidad en cuanto a aspectos de la vida privada de la persona usuaria del sistema, debido principalmente a la obtención de la identificación única de fabricación de las que disponen las mayorías de las etiquetas o tarjetas pasivas, pudiendo de este modo, en caso de una estructura de gran envergadura de servicio de inteligencia sumado a la combinación de redes sociales y de telefonías móviles identificar o individualizar a la persona y obtener los movimientos realizados, lugares frecuentados, entre otros, haciendo de este modo insignificantes las medidas de mitigación frente a esta vulnerabilidad, sin embargo, el sistema no almacena ninguna información personal del usuario y sólo hace uso del código de identificación de la tarjeta o etiqueta RFID para la detección de los elementos.

## Presupuesto

En esta sección se detallan aquellos aspectos referidos al plan de monetización de la propuesta tales como: modelo de negocio *Canvas*, diagrama de Gantt, gestión de riesgos, presupuesto y período de retorno de inversión. En el diagrama de Gantt se planifican aquellas actividades necesarias para el desarrollo de la TFG y del prototipo tal lo expuesto en el objetivo general del proyecto. Para la propuesta del presupuesto se plantean dos enfoques: presupuesto basado en el desarrollo de la idea y prototipo de la misma y presupuesto basado en el desarrollo del producto final.

### Modelo de negocio Canvas



*Figura 53* Modelo de negocio Canvas (Fuente: propia)

La propuesta se basa en resolver un problema que aqueja al 56% de la población de la provincia de Córdoba, el olvido de elementos importantes de uso cotidiano, a través de una solución acorde a los avances tecnológicos del siglo 21 mediante un Sistema de seguimiento de uso cotidiano contra el olvido de elementos importantes. La propuesta

está destinada a personas entre 23 y 27 años de ambos sexos, que estudian, trabajan o ambas, y mayores de 40 años que trabajan o realizan tareas de hogar, que poseen teléfonos inteligentes, olvidan elementos importantes al menos una vez: al día, semana o mes, y las consecuencias de cometer ese olvido son de severidad medias y graves,. La comunicación con este segmento de consumidores se realiza por canales informales tales como: redes sociales y venta por comercio electrónico, pudiendo desarrollarse las ventas ya sea directamente o a través de terceros como ser en caso del software mediante la tienda de aplicaciones Google Play. El socio clave de este negocio es el fabricante del producto, con el cual se deberán trazar objetivos comunes para obtener en el tiempo previsto y con la calidad necesaria los dispositivos y de esta manera poder desarrollar correctamente la actividad de comercialización. Las actividades claves del negocio son: diseñar y desarrollar el producto. La actividad de diseño físico del producto se realiza a través de los recursos claves humanos tales como: un ingeniero electrónico y uno en telecomunicaciones y la necesidad de contar con un diseñador industrial para el diseño visual del producto y su respectivo empaquetado. La actividad de desarrollo software del producto se realiza con recursos claves humanos de ingeniería de software. Además de los recursos claves humanos, otro recurso clave es la fuerza de venta mediante personas capacitadas en comercio electrónico. La estructura de costo principal se encuentra comprendida por los costos de fabricación (componentes y logística) y los costos de desarrollo (sueldos de los recursos humanos y herramientas necesarias).

#### *Diagrama de planificación de actividades*

A continuación se presenta el diagrama de planificación de actividades Gantt basado en la metodología ágil de desarrollo Mobile-D y que contiene todas aquellas tareas necesarias de realizar para la concreción del prototipo de sistema planteado como trabajo final de graduación.



### *Análisis de riesgos del proyecto*

En esta sección se desarrolla el análisis de riesgos del proyecto, listando en la Tabla 31 aquellos riesgos más representativos del proyecto, sus probabilidades de ocurrencia, el impacto que genera en alguno de los puntos del proyecto, la exposición al riesgo y, en caso de presentarse, la respuesta que se ha de realizar.

Tabla 31  
*Análisis de riesgos del proyecto (Datos recabados por el autor).*

ID. Riesgo	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto				Exposición	Respuesta al riesgo
			Alcance	Calidad	Cronograma	Costo		
01	Demora en la importación de componentes	0,7			0,3		0,21	ACEPTAR ACTIVO
02	Funcionamiento incorrecto del lector RFID	0,4		0,2			0,08	EVITAR
03	Estimación inadecuada de tiempos de desarrollo	0,2			0,4		0,08	MITIGAR
04	Aplicación de Android con problemas de rendimiento	0,5		0,1			0,05	MITIGAR
05	El cliente no valida la solución	0,3	0,5				0,15	TRANSFERIR
06	Los requisitos de la aplicación varían constantemente	0,6				0,4	0,24	ACEPTAR ACTIVO
07	La tecnología utilizada en el lector es incorrecta	0,2				0,5	0,1	EVITAR

### *Presupuesto del prototipo*

Para el cálculo del presupuesto de desarrollo de idea y prototipo se utilizan como datos de costo: la tabla de honorario del CPCIPC (Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia Córdoba) mediante un promedio de sueldo mensual entre un analista senior y uno junior para lograr un semi-senior y los materiales necesarios para el desarrollo del dispositivo prototipo. De los datos anteriores se desprende:

Tabla 32

*Costo de desarrollo de idea y prototipo (Datos recabados por el autor).*

Días	Meses	Costo mensual	Costo total \$
295	14,75	37.000	545.750

Tabla 33

*Costo de materiales para el desarrollo de prototipo (Datos recabados por el autor).*

Materiales	Precio Unitario \$
HC-06	150
MPU-6050	110
RC522	108
Arduino UNO R3	245
Total	613

En base a las tablas anteriores se obtiene que el costo de desarrollar la idea y prototipo teniendo en cuenta el costo de materiales asciende a un total de \$546.363.

### *Presupuesto de desarrollo del producto final*

Para el cálculo de presupuesto de desarrollo de producto final se utiliza como datos de costo: la misma tabla de honorarios del CPCIPC del apartado anterior como un método de unificación de sueldos, donde todos los puestos titulados como ingenieros reciben la remuneración tope de un analista junior y el diseñador industrial una remuneración de un analista junior base, todos bajo una modalidad de trabajo de tres meses, el costo de alquiler y mantenimiento de una oficina, el costo de equipamiento y herramientas de trabajo, en base a esto se realiza un cálculo estimativo de costos en cuanto al producto final del dispositivo sobre una base de 1.000 unidades fabricadas. Dicho

cálculo estimativo de costos de fabricación debería tender a reducirse al contar con ingenieros electrónicos y de telecomunicaciones.

Tabla 34

*Costo de diseño y desarrollo del producto final (Datos recabados por el autor).*

Puesto	Neto	Bruto	Total
Ing. Electrónico	25.000	35.000	105.000
Ing. Telecomunicaciones	25.000	35.000	105.000
Di. Industrial	20.000	28.000	84.000
Ing. Soft. Semi-Senior	25.000	35.000	105.000
<b>Total</b>	<b>95.000</b>	<b>133.000</b>	<b>399.000</b>

Tabla 35

*Costo de estructura del negocio (Datos recabados por el autor).*

Costo estructura	Costo (en \$)	Meses	Total (en \$)
Alquiler oficina	10.500	3	31.500
Expensas	4.500	3	13.500
Internet	1.200	3	3.600
Luz	1.000	3	3.000
Agua	300	3	900
Gas	250	3	750
Celular	2.000	3	6.000
<b>Total</b>	<b>19.750</b>	<b>3</b>	<b>59.250</b>

Tabla 36

*Costo de equipamiento y herramientas de trabajo (Datos recabados por el autor).*

Equipamiento	Costo (en \$)	Cantidad	Total (en \$)
Mobiliario	7.000	5	35.000
Laptops	17.000	5	85.000
Celulares	9.000	5	45.000
Tablets	6.500	2	13.000
Servidor de datos	25.000	1	25.000
<b>Total</b>	<b>64.500</b>	<b>18</b>	<b>203.000</b>

Tabla 37

*Costo de fabricación del producto final (Datos recabados por el autor).*

Elementos	P. Unit	X1000
HC-06	2,8	2.800
MPU-6050	1,52	1.520
RC522	1,67	1.670
ATMega328P	1,61	1.610
Bat 3,7V2500mAh	3,4	3.400
Carcasa	5,4	5.400
Fabricación	9	9.000
Tag RFID (x100)	1,73	1.726
Envío	2,48	2.480
<b>Total</b>	<b>U\$D29,60</b>	<b>U\$D29.606</b>

En base a las tablas anteriores se obtiene que el costo de desarrollo del producto final para 1.000 unidades es de \$1.134.946 a una cotización del dólar de \$16. Por lo que del cálculo se desprende que cada unidad del producto tiene un costo de \$ 1.134,95, si a esto se le suman los \$546.363 del costo de desarrollo de idea y prototipo, el costo del desarrollo del producto final para 1.000 unidades es de \$1.681,30. Suponiendo un margen de rentabilidad del 100%, el producto final con 100 etiquetas RFID y la aplicación para el móvil tiene un costo para el público de \$ 3.362,60. Por lo tanto, si a este producto se lo compara con la competencia directa *GearEye* que ofrece 80 etiquetas RFID y el dispositivo lector a \$3.984, se puede afirmar que el producto que se está ofreciendo resulta actualmente en alrededor de un 19% más económico que el producto de la competencia y ofrece un 25% más de etiquetas.

#### *Retorno de inversión*

A continuación se presenta el cálculo del período de recuperación de la inversión, como se puede observar en la Tabla 38, a partir del quinto mes el flujo acumulado de caja resulta positivo debido a que se han vendido 500 dispositivos, por lo que el período de retorno de inversión es de 4,18 meses (aproximadamente cuatro meses y una semana).

Tabla 38

*Análisis de retorno de la inversión (Datos recabados por el autor).*

Retorno de inversión	Meses					
	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja	-749.363	-152.750	-152.750	-626.446	1.419.059	1.419.059
Flujo acumulado	-749.363	-902.113	-1.054.863	-1.681.309	-262.250	1.156.809
Período anterior al cambio de signo	4					
Valor absoluto del flujo acumulado	-262.250					
Flujo de caja en el siguiente período	1.419.059					
Período de retorno de inversión	4,18	Meses				

## Conclusiones

El mal funcionamiento de la memoria prospectiva nos impide a los humanos cumplir con nuestras planificaciones y obligaciones diarias debido al cometimiento de olvidos relacionados a elementos importantes de uso cotidiano tales como: herramientas de trabajo, documentos impresos, entre otros. En la provincia de Córdoba, este problema aflige al 56% de la población, generando en estas personas sensaciones de desconfianza de sus capacidades y para la provincia pérdidas económicas millonarias. Es por este motivo que durante el desarrollo de este trabajo se buscó responder a cómo era posible resolver este problema mediante una innovación acorde a los avances tecnológicos del siglo XXI, por lo que, el planteo de los objetivos obedeció al cumplimiento de esta pauta central. Dichos objetivos consistían en: conocer el estado actual del conocimiento sobre la memoria prospectiva y la creación de una solución acorde a la problemática mediante la utilización de técnicas, procesos y herramientas disponibles para el desarrollo de un proyecto de ingeniería de software. El primer objetivo permitió reconocer aquellas etapas imprescindibles para el correcto cumplimiento de la acción planificada por una persona, de este modo, dichas etapas formalizaron el alcance del proyecto realizado y fueron descritas como: etapa de retención y etapa de iniciación. El segundo objetivo se cumplimentó mediante la ardua tarea de exploración de información, y de la misma surgieron los conocimientos necesarios para el eficaz desarrollo del sistema propuesto como objetivo general, estos conocimientos consistieron en: microcontroladores, acelerómetros, Bluetooth, tecnología RFID, sistemas operativos móviles, metodología ágil de desarrollo de software para aplicaciones móviles y desarrollo de aplicaciones móviles. Conforme dichos objetivos se iban cumplimentando, y en base a la utilización de técnicas de recolección de datos, se fue moldeando una propuesta de solución conformada por la construcción de un sistema de seguimiento de uso cotidiano contra el

olvido de elementos importantes, constando el mismo del desarrollo de un prototipo de sistema y dispositivo lector de elementos mediante RFID. Dicha construcción de sistema se basó en una aplicación nativa de Android, conformada por una arquitectura de comunicación entre dispositivos, capaz de almacenar las actividades y los elementos necesarios durante la etapa de retención y que permitiera en el momento oportuno generar la etapa de iniciación manifestándose a través de una notificación al usuario por parte del sistema de que una actividad previamente planificada se hallaba próxima a comenzar y que ciertos elementos necesarios aún no se encontraban en el bolso. Mientras que el prototipo de dispositivo lector RFID se implementó sobre una placa de desarrollo Arduino UNO R3 que actuó como nexo y centralizador de la gestión de: la comunicación con el celular mediante el módulo Bluetooth, la lectura de los movimientos del usuario sobre el bolso a través del acelerómetro y la posterior identificación de los elementos a través del lector RFID. Es por todo lo expuesto anteriormente que se afirma a continuación que profesionalmente se hizo posible resolver el problema planteado a través de la aplicación de una metodología ágil de trabajo y un correcto despliegue de gestión de riesgos que permitieron en cierto modo desarrollar un prototipo funcional de propuesta de un sistema de alta complejidad, debido al gran despliegue de arquitectura necesario entre módulos y protocolos de comunicación, en aproximadamente tres meses y presentar, a su vez, un modelo de negocio futuro que lo hace al producto competitivo para batallar no sólo económicamente sino también en cuanto a sus características de resolución por lo que, haciendo uso de esta cualidad última, se podría tomar el riesgo de etiquetar a esta solución de sistema como un producto único en el mercado. Sin embargo, esta característica no lo hace exento de propuestas futuras tales como las descritas en la sección de requerimientos candidatos, a recordar: administrar tanto elementos como actividades a través del uso de la voz del usuario, reconocer aquellos elementos prescindibles para una

determinada actividad o, ya de una complejidad mayor y agregada en esta instancia, el reconocimiento de patrones del estilo de vida del usuario para la detección de actividades o la recomendación de elementos para las mismas a través de una red neuronal de inteligencia artificial fundamentada en teorías del área de las neurociencias. Para finalizar, en cuanto a lo personal, este trabajo permite estar en condiciones de presentarse ante la sociedad como un profesional Ingeniero en Software capaz de sentirse encantado por un problema y de estar incansablemente buscando una solución que, ante la vista propia, nunca logrará convencerlo de encantar un tanto más o por lo menos de igual modo que el problema mismo pero, consciente a su vez, de que muchas veces es necesario acotar una solución para finalizar determinadas etapas y así permitirse continuar con las siguientes que la vida exija afrontar.

## **Anexo I**

### *Encuesta*

El autor realizó una encuesta, durante las 18:30 horas del sábado 20 de agosto de 2016 y las 11:30 horas del domingo 21 de Agosto de 2016 utilizando como medios de difusión la red social Facebook y WhatsApp, aplicando un sistema social-colaborativo para que la misma pudiese propagarse rápidamente y cubriese todos los segmentos etarios y de géneros, intentando que la misma se centrara en la provincia de Córdoba. De dicha encuesta se desprende que:

El total de personas encuestadas fueron 109. De las cuales el 56% afirman olvidar elementos importantes del quehacer diario al momento de retirarse de un lugar. El restante 44% de las personas que respondieron que jamás les ocurrió olvidarse de algún elemento se les indagó sobre si poseían un don innato (31.3%) o si utilizaban técnicas para recordar (68.7%). En caso de que respondieran que utilizaban técnicas, se les indagaba sobre las mismas para de este modo intentar encontrar un patrón de buenas prácticas que ayuden a las personas que afirman olvidar elementos.

### *Mercado/Proyección*

Previamente se identificó como usuario/cliente a toda persona que utilice celular y cualquier tipo de bolso cotidianamente. A su vez, que la misma, olvide elementos: diariamente, semanalmente o mensualmente y que las consecuencias de ese olvido revistan severidad media y grave.

En base a la definición planteada en el párrafo anterior, a continuación se realiza un análisis de los datos relevados en las encuestas para determinar el público objetivo que es factible de convertirse en usuario/cliente de la solución.

Segmentación por grupos etarios de personas que olvidan elementos en porcentaje.

Tabla 39

*Segmentación por grupos etarios (Datos recabados por el autor).*

Grupos etarios	Olvidan elementos (en %)
18-22	50%
23-27	67%
28-32	48%
33-39	36%
Mayor a 40	62%

Segmentación por sexo de personas que olvidan elementos en porcentaje

Tabla 40

*Segmentación por sexos (Datos recabados por el autor).*

Sexo	Olvidan elementos (en %)
Mujer	64%
Hombre	51%

Segmentación por severidad como consecuencia de cometer el olvido con su consecuente frecuencia de aparición en porcentaje.

Tabla 41

*Segmentación por severidad como consecuencia de cometer el olvido (Datos recabados por el autor).*

Segmento	Severidad	Frecuencia
Nada importante	BAJA	10%
He llegado tarde, tuve que volver a comprar, he perdido el día, hacer lo imposible para solucionarlo	MEDIA	54%
No pude desarrollar la actividad correctamente, perdí una oportunidad de negocio	GRAVE	36%

Segmentación por grupo etario, sexo (mujer y varón), frecuencia de olvido (todos los días, al menos una vez a la semana y al menos una vez al mes), severidad (media y grave), posee Smartphone y usa algún tipo de bolso.

Tabla 42

*Segmentación cruzada: grupos etarios, poseen Smartphone y utilizan algún tipo de bolso (Datos recabados por el autor).*

Grupos etarios	Poseen smartphone	Utilizan algún tipo de bolso
18-22	100%	100%
23-27	93%	87%
28-32	100%	82%
33-39	100%	100%
Mayor a 40	64%	91%

Segmentación por rango etario entre 23-27 años, sexo varón y mujer, actividad, frecuencia de olvido (todos los días, al menos una vez a la semana y al menos una vez al mes), severidad (media y grave), posee Smartphone y usa algún tipo de bolso.

Tabla 43

*Segmentación cruzada: rango etario 23-27 años, actividad y frecuencia de olvido (Datos recabados por el autor).*

Actividad	Frecuencia (en %)
Estudio	50%
Estudio y trabajo	33%
Trabajo	17%

Segmentación por rango etario mayores a 40 años, sexo varón y mujer, actividad, frecuencia de olvido (todos los días, al menos una vez a la semana y al menos una vez al mes), severidad (media y grave), posee Smartphone y usa algún tipo de bolso.

Tabla 44

*Segmentación cruzada: rango etario >40 años, actividad y frecuencia de olvido (Datos recabados por el autor).*

Actividad	Frecuencia (en %)
Trabajo	50%
Tareas de hogar	33%
Estudio y trabajo	17%

Segmentación por rango etario entre 23-27 años que estudian o estudian y trabajan en la provincia de Córdoba.

Tabla 45

*Segmentación por rango etario 23-27 años que estudian o estudian y trabajan en la provincia de Córdoba (Datos recabados por el autor).*

Actividad	Población
Estudio	19441
Estudio y trabajo	37226

5681 probables usuarios que *estudian*.

7408 probables usuarios que *estudian y trabajan*.

Segmentación por rango etario mayores a 40 años que trabajan o realizan tareas de hogar en la provincia de Córdoba.

Tabla 46

*Segmentación por rango etario >40 años que trabajan o realizan tareas de hogar en la provincia de Córdoba (Datos recabados por el autor).*

Actividad	Población
Trabajo	681937
Tareas de hogar	482403

163.835 probables usuarios que *trabajan*.

76.492 probables usuarios que realizan *tareas de hogar*.

Fuente: elaboración propia en base a datos del INDEC Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, procesado con Redatam +Sp

### *Conclusiones del estudio*

Se puede observar que el 56% de los encuestados afirman olvidar elementos importantes del quehacer diario al momento de retirarse de un lugar. A su vez, se desprende que en el 90% de los casos, las consecuencias son de severidad medias y graves.

Los grupos etarios que serán tomados como públicos objetivos que responden a “ayuda a” son: 23-27 años con el 67% de frecuencia de olvido que estudian (50%) o trabajan y estudian (33%) y mayores a 40 años con el 62% de frecuencia de olvido que trabajan (50%) o realizan tareas de hogar (33%), siendo éste el público donde será puesto mayormente el foco debido a la cantidad de probables usuarios que engloba.

## Bibliografía

### *Libros*

- Artero, Ó. T. (2013). *Arduino. Curso práctico de formación*. Madrid: RC Libros.
- Blázquez, J. P., Pozo, J. D., Prieto, M. D., & Vique, R. R. (2011). *Tecnología y desarrollo en dispositivos móviles*. Barcelona: Eureka Media.
- Bolton, W. (2001). *Mecatrónica, sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica*. Alfaomega.
- Finkenzeller, K. (2010). *Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field, Third Edition*. (D. Müller, Trad.) Munich, Alemania: John Wiley & Sons, Ltd.
- Grieve, J. (1995). *Neuropsicología: Evaluación de la percepción y de la cognición*. Bogotá D.C.: Editorial Médica Panamericana.
- Huertas, J. M., & Llombart, V. A. (1996). *Arquitectura y programación de microcontroladores*. Valencia: Universitat de València.
- Palacio, J., & Ruata, C. (2011). *Scrum Manager Gestión de Proyectos*. Zaragoza: Safe Creative.
- Peñaloza, Z. d. (2000). *El sistema de memoria humano: memoria episódica y semántica*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Pérez, E. M., Fuertes, L. M., Ferreira, L. F., & Matos, E. L. (2007). *Microcontroladores PIC. Sistema integrado para el autoaprendizaje*. Barcelona: Marcombo.
- Pérez, F. E., & Areny, R. P. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*. Barcelona: Marcombo.
- Salavert, I. R., & Pérez, M. D. (2000). *Ingeniería del Software y bases de datos, tendencias actuales*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Stallings, W. (1997). *Sistemas Operativos* (Segunda ed.). Madrid: Prentice Hall.

Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). *Redes de computadoras* (Quinta ed.). Naucalpan de Juárez: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

#### *Publicaciones periódicas*

Aguilera-Cortés, L. A., Cortes, A. R., & Herrera-May, A. L. (2008). Los microacelerómetros en la actualidad. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 18(2), 24-32. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Luz\\_Aguilera-Cortes/publication/28256149\\_Los\\_Microacelermetros\\_en\\_la\\_Actualidad/links/0deec52ab27e2de730000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luz_Aguilera-Cortes/publication/28256149_Los_Microacelermetros_en_la_Actualidad/links/0deec52ab27e2de730000000.pdf)

Balaguera, Y. D. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. [Versión electrónica], *Revista de Tecnología*, 12(2), 111-124.

Bernal, I. M. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria [Versión electrónica], *CIC Cuadernos de Información y Comunicación*, 0(10), 221-233.

Cores, E. V., Vanotti, S. I., Politis, D. G., & Garcea, O. (2010). Paradigmas experimentales de evaluación de la Memoria Prospectiva en el laboratorio [Versión electrónica], *Revista Argentina de Neuropsicología*, 0(16), 1-22.

Figueroa, N. L., Wilson, M., & Injoque-Ricle, I. (2009). Explorando la relación entre la percepción de inestabilidad laboral y tareas de memoria prospectiva [Versión electrónica], *Revista Argentina de Neuropsicología*, 0(10), 23-32.

Ochoa, P., Villegas, M., Pons, J., Bengochea, M., & Fernández, J. (2002). Piezocomposites metal-cerámica como elementos activos en acelerómetros. *Boletín de la sociedad española de Cerámica y Vidrio*, 41(1), 126-130. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de <http://boletines.secv.es/upload/20090424121204.200241126.pdf>

Ustárrroz, J. T., & Muñoz-Céspedes, J. M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas [*Versión electrónica*], *Revista de neurología*, 41(8), 475-484.

*Fuentes de internet*

*Android*. (12 de Febrero de 2017). Obtenido de [www.android.com](http://www.android.com)

*Apple Inc.* (12 de Febrero de 2017). Obtenido de [developer.apple.com/library/content/documentation/Miscellaneous/Conceptual/iPhoneOSTechOverview/Introduction/Introduction.html#//apple\\_ref/doc/uid/TP40007898](http://developer.apple.com/library/content/documentation/Miscellaneous/Conceptual/iPhoneOSTechOverview/Introduction/Introduction.html#//apple_ref/doc/uid/TP40007898)

*Arduino*. (8 de Octubre de 2016). *Arduino*. Obtenido de Arduino Web Site: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

InvenSense Inc. (22 de Octubre de 2016). *InvenSense, Inc.* Obtenido de InvenSense: <https://www.invensense.com/products/motion-tracking/6-axis/mpu-6050/>

Kleiner Perkins Caufield & Byers (KPCB). (1 de Junio de 2016). Internet trends 2016 - Code conference. Obtenido de <http://www.kpcb.com/internet-trends>

Lewis, S. (2014). *RFID-Tag licensed under CC BY 2.0*. CC BY 2.0. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/99781513@N04/14891130616/in/photostream/>

NetMarketShare. (10 de Febrero de 2017). *Net Applications.com*. Obtenido de [www.netmarketshare.com](http://www.netmarketshare.com)

Wikimedia Commons. (2008). *Barcode EAN8.svg*. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barcode\\_EAN8.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barcode_EAN8.svg)

**ANEXO E – FORMULARIO DESCRIPTIVO DEL TRABAJO  
FINAL DE GRADUACIÓN**

**AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR Y DIFUNDIR TESIS DE  
POSGRADO O GRADO A LA UNIVERIDAD SIGLO 21**

Por la presente, autorizo a la Universidad Siglo21 a difundir en su página web o bien a través de su campus virtual mi trabajo de Tesis según los datos que detallo a continuación, a los fines que la misma pueda ser leída por los visitantes de dicha página web y/o el cuerpo docente y/o alumnos de la Institución:

<b>Autor-tesista</b> <i>(apellido/s y nombre/s completos)</i>	Cena, Andrés Gustavo
<b>DNI</b> <i>(del autor-tesista)</i>	34469041
<b>Título y subtítulo</b> <i>(completos de la Tesis)</i>	Sistema de seguimiento de uso cotidiano contra el olvido de elementos importantes  Desarrollo de un prototipo de sistema y dispositivo lector de elementos mediante RFID
<b>Correo electrónico</b> <i>(del autor-tesista)</i>	agcena@gmail.com
<b>Unidad Académica</b> <i>(donde se presentó la obra)</i>	Universidad Siglo 21

<p><b>Datos de edición:</b></p> <p><i>Lugar, editor, fecha e ISBN (para el caso de tesis ya publicadas), depósito en el Registro Nacional de Propiedad Intelectual y autorización de la Editorial (en el caso que corresponda).</i></p>	
---	--

Otorgo expreso consentimiento para que la copia electrónica de mi Tesis sea publicada en la página web y/o el campus virtual de la Universidad Siglo 21 según el siguiente detalle:

<p><b>Texto completo de la Tesis</b></p> <p><i>(Marcar SI/NO)<sup>1</sup></i></p>	<p>SI</p>
<p><b>Publicación parcial</b></p> <p><i>(Informar que capítulos se publicarán)</i></p>	

Otorgo expreso consentimiento para que la versión electrónica de este libro sea publicada en la en la página web y/o el campus virtual de la Universidad Siglo 21.

**Lugar y fecha:** Córdoba, 8 de Junio de 2017

Cena, Andrés Gustavo

---

**Firma autor-tesista**

---

**Aclaración autor-tesista**

---

<sup>1</sup> Advertencia: Se informa al autor/tesista que es conveniente publicar en la Biblioteca Digital las obras intelectuales editadas e inscriptas en el INPI para asegurar la plena protección de sus derechos intelectuales (Ley 11.723) y propiedad industrial (Ley 22.362 y Dec. 6673/63. Se recomienda la NO publicación de aquellas tesis que desarrollan un invento patentable, modelo de utilidad y diseño industrial que no ha sido registrado en el INPI, a los fines de preservar la novedad de la creación.

Esta Secretaría/Departamento de Grado/Posgrado de la Unidad Académica:  
\_\_\_\_\_certifica  
que la tesis adjunta es la aprobada y registrada en esta dependencia.

\_\_\_\_\_  
Firma Autoridad

\_\_\_\_\_  
Aclaración Autoridad

Sello de la Secretaría/Departamento de Posgrado