

## Grado en Ingeniería Informática Computación

Trabajo de Fin de Grado

# Herramienta de generación de sistemas de simulación dinámicos discretos

Autor

*Baldwin David Rodríguez Ponce*

2022

BORRADOR Notas:

- Márgenes del documento dibujados explícitamente.
- Documento con errores ortográficos y de edición.

---

---

--

---

## Grado en Ingeniería Informática Computación

Trabajo de Fin de Grado

# Herramienta de generación de sistemas de simulación dinámicos discretos

Autor

*Baldwin David Rodríguez Ponce*

Directora

María Begoña Losada Pereda

### BORRADOR Notas:

- Márgenes del documento dibujados explícitamente.
- Documento con errores ortográficos y de edición.

---

---

--

---

---

---

## Tabla de contenidos

Índice de figuras	v
1. Gestión del proyecto	1
1.1. Alcance	1
1.1.1. Objetivos	2
1.1.2. Requisitos	3
1.1.3. EDT	4
1.2. Metodología	5
1.2.1. Definición	6
1.2.2. Principios de Kanban	6
1.2.3. Prácticas de Kanban	7
1.2.4. Herramientas de Kanban	8
1.2.5. Métricas de flujo	10
1.2.6. Justificación de la metodología	10
1.2.7. Adaptación de la metodología	10
Bibliografía	13

---

---

--

---

Índice de figuras

1.1. EDT del Proyecto . . . . .	4
1.2. Ejemplo de un tablón kanban . . . . .	8

---

---

--

---



---

---

# CAPÍTULO1

## Gestión del proyecto

La información se sacará principalmente de Project Management Institute, [2017](#)

### 1.1. Alcance

El alcance de este proyecto incluye el trabajo necesario para diseñar, implementar y documentar un framework y una aplicación de modelado y desarrollo de simulación de sistemas dinámicos discretos basados en eventos. La división del trabajo como tal se hará a través de los siguientes tres módulos principales:

- **Lenguaje:** Un lenguaje de modelado específico pensado para ser usado dentro de la propia aplicación del producto por usuarios que no tengan mucha experiencia en programación. Este lenguaje se usará sólo en situaciones específicas dentro del flujo de eventos para indicar conjuntos de expresiones simples que se deben evaluar. Se hará uso de las herramientas de desarrollo de compiladores Flex y Bison para generar un transpilador que traduzca ficheros de este lenguaje a código Python. A través de él se plantea:
  - Permitir que el programador del lenguaje se encargue sólo de realizar las especificaciones pertinentes a algunas partes de la simulación que se desee desarrollar:
    - Especificación de expresiones, atributos y valores a usar en distintas partes de la simulación.
    - Especificación de las métricas de salida de la simulación a desarrollar.
    - Especificación de los generadores de datos asociados a la simulación a crear.
    - Especificación de las acciones asociadas a los eventos del simulador.
    - Especificación de la condición de parada del simulador.
- **Núcleo:** Una serie de módulos que implementarán un microframework de simulación

de este tipo de sistemas en específico para Python, pensado para ser usado por programadores y acotar la traducción del nuevo lenguaje. A través de él se plantea:

- Permitir que la traducción del lenguaje incluya dentro del fichero generado las estructuras de datos, funciones y procedimientos que tienen en común todos los sistemas dinámicos discretos:

- Generadores de datos aleatorios para distintos tipos de distribuciones.
- Reloj y temporizador de simulación para ejecutar los eventos.
- Estructura de datos para almacenar los sucesos según deben ocurrir en el tiempo.
- Las respectivas implementaciones mínimas de los dos eventos que siempre formarán parte de todos los modelos: “Inicio” y “Fin”.
- Generador de informes final que se ejecutará al finalizar la simulación y mostrará los resultados que se deseaban estudiar con ésta.

- **GUI:** La aplicación gráfica de escritorio que se usará para gestionar, configurar y ejecutar los proyectos desarrollados con este framework a modo de permitir a un usuario no familiarizado con la programación el uso de estas herramientas.

### 1.1.1. Objetivos

#### 1.1.1.1. Objetivo general

Generar un lenguaje de modelado de simulación de sistemas dinámicos discretos basados en eventos junto con un transpilador que lo traduzca a Python, un microframework para acotar la traducción y un aplicación gráfica para gestionar proyectos desarrollados con este producto.

#### 1.1.1.2. Objetivos específicos

1. Diseñar un nuevo lenguaje de modelado y simulación de sistemas dinámicos discretos basados en eventos usando las herramientas de desarrollo de procesadores de lenguaje Flex y Bison.
2. Diseñar, implementar y verificar una serie de módulos y funcionalidades realizadas en Python con el fin de generar un microframework para simular estos mismos sistemas.
3. Implementar y verificar un transpilador que traduzca el lenguaje del producto a Python usando las características del objetivo anterior.
4. Diseñar, implementar y verificar una aplicación gráfica para escritorio de cara a ser usadas para la gestión, configuración y ejecución parametrizada de simulaciones realizadas con el producto.
5. Implementar distintas técnicas de análisis de salidas, experimentación y optimización de modelos dentro del núcleo del framework.

Aquí te falta la posibilidad de poner las cosas variables también

La utilización de una CLI ahora no resulta viable, se cambia a GUI

Se necesitan hacer cambios en cuanto a las herramientas a usar. Existe una herramienta que aplica Flex/-Bison dentro de Python como tal

La utilización de una CLI ahora no resulta viable

6. Desarrollar un manual de usuario que contendrá toda la documentación necesaria para hacer uso del framework.

### 1.1.2. Requisitos

El requisito base principal del proyecto consiste en cumplir con un tiempo de dedicación total máximo de 300 horas.

#### 1.1.2.1. Requisitos funcionales

- El producto consistirá de una de una interfaz gráfica a modo de aplicación de escritorio usando PyQt y un framework de desarrollo para Python.
- Se podrán añadir y eliminar las distintas variables del simulador a través de una lista.
- Se podrá especificar el grupo, el tipo, el rango y el valor por defecto de las variables.
- Se podrán definir funciones que representen las métricas de salida del moda simular.
- El simulador procesará los dos eventos mínimos del grafo de eventos de la simulación: *Inicio* y *Final*.
- Los dos eventos mínimos del grafo de eventos no se podrán eliminar, sólo configurar.
- Se podrán añadir y eliminar eventos del grafo de eventos.
- Se podrán asociar acciones a los eventos de la simulación.
- Se podrán añadir transiciones de creación y eliminación entre eventos.
- Se podrán configurar las transiciones entre eventos del modelo.
- Se podrá aplicar un algoritmo de simplificación de grafo para reducir la complejidad del simulador modelado.
- Se podrán utilizar expresiones, identificadores y constantes de un lenguaje reducido diseñado específicamente para el simulador.
- Se verificará que los valores de las métricas de la simulación y de los generadores de datos cumplan con sus restricciones de tipo y rango.
- Se permitirá configurar cómo se mostrará la salida del simulador desde la interfaz gráfica.
- Se permitirá tanto la ejecución de la simulación dentro de la interfaz como la generación de un fichero ejecutable en Python que será independiente de la aplicación y hará uso del framework a genera.
- La aplicación mostrará ayudas cuando el usuario posicione el ratón sobre un elemento con el fin de aclarar cualquier duda que tenga sobre sus detalles de uso o definición.

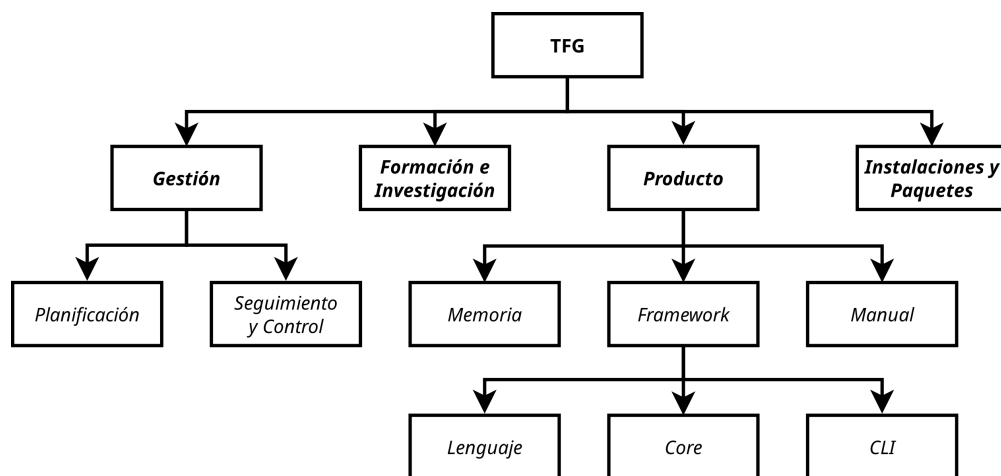
Requisitos  
funciones =  
lo que hace  
la aplicación.  
Sobre la fun-  
cionalidades,  
qué hace, lo  
que hace, cómo  
lo tiene  
que hacer

### 1.1.2.2. Requisitos no-funcionales

- El código fuente de la implementación, la memoria y el manual estará disponible a través de un repositorio GitHub.
- La aplicación es responsable de verificar los datos que se le especifican para evitar errores de ejecución.
- Como no se requiere registro para el uso de la aplicación, no se almacenarán datos personales ni de ningún otro tipo que comprometan la privacidad y seguridad del usuario.
- La aplicación y el framework se construyen en módulos independientes funcionalmente que permite utilizar funciones en otros lugares.
- No se permitirá la creación de nuevos tipos de datos dentro de la aplicación.
- El idioma en el que estará la aplicación será el inglés.
- El software será creado usando el lenguaje de programación Python, lo cual asegurará que sea multiplataforma.

Igual conviene discutir esto

### 1.1.3. EDT



**Figura 1.1:** Esquema de Descomposición de Trabajo del Proyecto

#### 1.1.3.1. Rama de Gestión

El paquete de trabajo **Gestión (Ge)** contendrá:

- **Planificación (Ge.P):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas relacionadas a la realización de la planificación y preparación inicial del proyecto.
- **Seguimiento y Control (Ge.S):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas necesarias para asegurar que el seguimiento del proyecto está realizando como se plantea en la planificación y, en caso de no ser así, controlar las consecuencias de las desviaciones emergentes.

### 1.1.3.2. Rama de Formación e Investigación

El paquete de trabajo **Formación e Investigación (FeI)** contendrá todas las tareas relacionadas con el aprendizaje de herramientas, búsqueda de referencias y recolección de información necesaria para el desarrollo del proyecto.

### 1.1.3.3. Rama de Producto (Pr)

El paquete de trabajo **Producto (Pr)** contendrá todas las tareas relacionadas al propio diseño, implementación y verificación de los entregables principales del proyecto. Podemos desglosarlo en tres paquetes más pequeños:

- **Memoria (Pr.Me):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas necesarias para la realización de la memoria final del proyecto.
- **Framework (Pr.Fr):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas relacionadas al desarrollo del framework planteado en el alcance del proyecto. Podemos separarlo en sus tres partes principales:
  - **Lenguaje (Pr.Fr.Le):** Este paquete contendrá todas las tareas relacionadas al diseño y desarrollo del nuevo lenguaje de modelado.
  - **Core (Pr.Fr.Co):** Este paquete contendrá todas las tareas relacionadas al diseño y desarrollo del propio núcleo del framework.
  - **GUI (Pr.Fr.Gui):** Este paquete contendrá todas las tareas relacionadas al diseño y desarrollo de la aplicación gráfica y su integración con el microframework.
- **Manual (Pr.Ma):** Este paquete de trabajo agrupará todas las tareas necesarias para la realización del manual de usuario que se generará para facilitar el uso del producto a desarrollar.

La utilización de una CLI ahora no resulta viable

### 1.1.3.4. Rama de Instalación y Paquetes

El paquete de trabajo **Instalación y Paquetes (IyP)** agrupará todas las tareas relacionadas a la preparación del entorno de desarrollo y la instalación de paquetes y dependencias para la realización del producto principal del proyecto.

## 1.2. Metodología

A la hora de gestionar un proyecto, es recomendable definir una metodología de trabajo, seguimiento y control con el fin de asegurar el correcto cumplimiento y finalización de su lista de requisitos y objetivos. Tras investigar y plantear distintas alternativas, se ha escogido la metodología Kanban para desarrollar este proyecto.

El método Kanban como tal es útil si se desea:

- Iniciar un proyecto de manera ágil, rápida, de coste nulo y bajo riesgo.
- Analizar y mejorar el proceso de trabajo ya existente.

- Controlar múltiples grupos de tareas.
- Asegurar que el número de tareas en ejecución están dentro de un nivel aceptable.
- Cambiar a una mentalidad de desarrollo ágil.

Esta sección, por tanto, estará dedicada a explicar los conceptos e ideas necesarias de cara a justificar la razón por la cual se ha escogido este método de trabajo. Además, es necesario mencionar que esta información será resumida principalmente de Cole y Scotcher, 2015 y Stellman, 2014, siendo éstas las referencias recomendadas en caso de desear más detalles al respecto.

### 1.2.1. Definición

El método Kanban tiene sus orígenes en las fábricas de coches de Toyota a manos de Taiichi Ohno. Fue creado como un simple sistema de planificación y administración de trabajo e inventario de cada fase de producción. Sin embargo, fue David J. Anderson quien definió y adaptó esta metodología para el uso en ingeniería y desarrollo de software.

Es necesario mencionar que, contrario a lo que se piensa normalmente, Kanban es una metodología ágil de mejora de procesos y no un framework de administración de proyectos. Y así como muchos métodos de este tipo, se caracteriza principalmente por ser evolutivo e iterativo en el tiempo.

Asimismo, Kanban comparte la misma ideología de trabajo con el método Lean hasta tal punto que se considera que es una especialización de esta última. Aplicando los principios y valores de este proceso, Kanban se centra en eliminar los desperdicios de tiempo y recursos que el equipo tiene. Por lo tanto, este proceso de mejora pide a los equipos de desarrollo empezar con una metodología ya existente para poder perfeccionarla gradualmente en el tiempo a través de la experimentación, el cálculo de distintas métricas de rendimiento y la confirmación de resultados positivos según dichas medidas.

Todo equipo cuenta con un sistema para la implementación de código, ya sea que se siga una metodología formal como Scrum o que se disponga de una serie de reglas no definidas o reconocidas explícitamente. Como consecuencia de esto, lo único que se necesita para empezar a utilizar Kanban es identificar el proceso de desarrollo actual para poder formalizarlo y adaptarlo a esta metodología.

Por tanto, aunque Kanban no es un sistema de gestión de proyectos, es posible hacer uso de éste para ello al tener como principal objetivo aumentar la predictabilidad del flujo de trabajo y así mejorar la planificación del proyecto como tal.

### 1.2.2. Principios de Kanban

Al ser una especialización del método Lean, se tiene una serie de principios directores en esta metodología. Específicamente se pueden listar los siguientes tres:

- **Empieza con lo que se hace actualmente:** Como se había mencionado anteriormente, el método Kanban pide requiere de un proceso o metodología inicial. Es a través

del análisis y la comprensión de dicho proceso que Kanban permite perfeccionarlo iterativamente. Pero como consecuencia de esto, no es posible aplicar Kanban adecuadamente si se desconoce la metodología que usa el equipo de desarrollo.

- **Comprométete al cambio evolutivo e incremental:** Aunque parezca muy repetitivo, es necesario volver a mencionar que el objetivo de Kanban es la mejora gradual del sistema. A eso se refiere el cambio evolutivo e incremental y es por eso que el método pide calcular métricas de control. Es a través de estas medidas que se llegan a conocer las partes mejores del proceso de desarrollo.
- **Respetar el proceso, los roles, las responsabilidades y títulos actuales:** Cuando el equipo de trabajo dedica tiempo a medir el rendimiento del sistema, es posible encontrar ciclos de retroalimentación que contienen información importante para la mejora evolutiva del proceso. Sin embargo, para poder aplicar dicha información es necesario conocer cómo se aplica ésta a cada rol del equipo. Por esta razón Kanban considera relevante respetar las responsabilidades y roles asociadas a cada miembro del grupo.

### 1.2.3. Prácticas de Kanban

El método Kanban, además, define explícitamente una serie de prácticas a llevar a cabo con el fin de aplicar correctamente la mejora de procesos que éste permite. Sin embargo, no es necesario hacer uso de todas estas en su totalidad al iniciar con el método. Kanban tiene específicamente los siguientes seis principios:

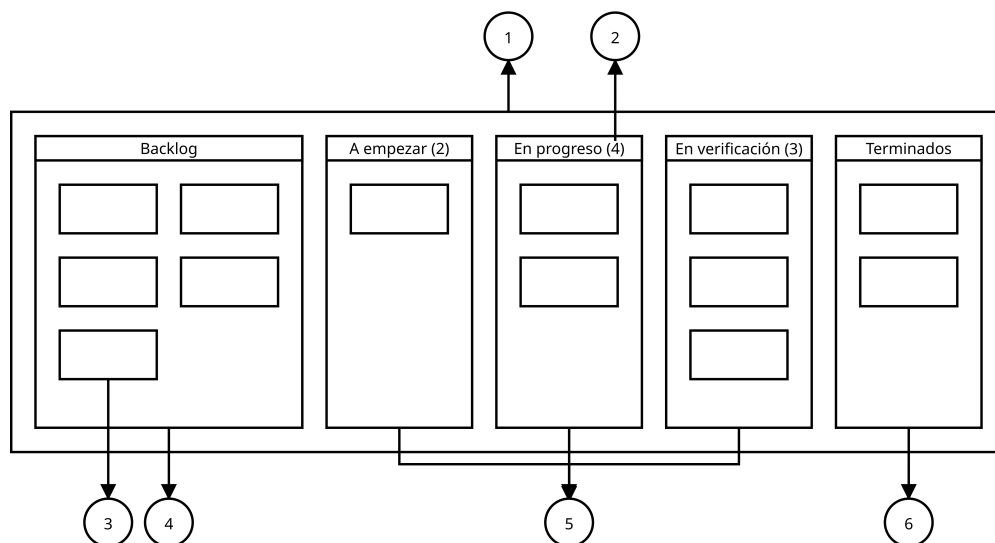
- **Definir y visualizar el flujo de trabajo:** Con el fin de familiarizarse más con el proceso de trabajo, Kanban pide hacer uso de representaciones visuales de éste a través de tableros, listas de trabajo y elementos de trabajo. La combinación de dichos componentes permite definir el flujo de trabajo en su totalidad de una manera fácilmente entendible. En Kanban, visualizar significa anotar exactamente lo que hace el equipo sin embellecer los detalles con el fin de observar el sistema en su totalidad.
- **Limitar el trabajo en progreso:** En el método Kanban los distintos trabajos a realizar en el proceso de desarrollo tienen un límite de tareas en ejecución en un determinado momento. La justificación que se le da a este principio recae en el hecho de que realizar múltiples labores a la vez reduce la eficiencia del equipo. A dicho límite se le conoce como *WiP* (de sus siglas en inglés *Work-in-Progress*) o *Trabajo en Progreso*.
- **Manejar el flujo de trabajo:** Una vez definido el flujo de trabajo, el objetivo será conseguir una rápida y suave transición entre los distintos grupos de tareas, desde la lista de trabajo a empezar hasta dar por finalizada la labor. Si se consigue esta velocidad de flujo, se dice que se está operando con la eficiencia óptima y es en este momento que se crea el máximo valor laboral en el menor tiempo posible. A medida que el equipo desarrolla, se van encontrando los cuellos de botella y ajustando los límites de trabajo.
- **Hacer explícitas las políticas de proceso:** Para poder obtener un flujo de trabajo óptimo, además, es necesario definir los objetivos que se deben cumplir para dar por

terminada una serie de tareas con el fin de determinar cuándo se avanza de estado. Dichas condiciones de finalización, sin embargo, siempre irán ligadas al tipo de proceso que se está utilizando y, por tanto, deberán ser discutidas y especificadas por el equipo.

- **Implementar ciclos de retroalimentación:** Como se había mencionado anteriormente, los ciclos de retroalimentación permiten identificar la información necesaria para aplicar mejoras en el proceso de desarrollo. Kanban define dichos ciclos como la combinación de limitaciones que permiten dar a conocer los puntos débiles del equipo y su correcta implementación requiere de experimentación y análisis del rendimiento general del sistema.
- **Mejorar colaborativamente:** Una vez que Kanban ya está implementado y el foco de atención recae en el flujo de trabajo, el carácter de mejora incremental del método vuelve a salir a la luz. Es a través de la discusión, análisis y puesta en marcha de nuevas ideas que el equipo puede encontrar bloqueos en el proceso y adaptarse a cambios rápidamente.

#### 1.2.4. Herramientas de Kanban

Para poder hacer uso de los principios y aplicar correctamente las prácticas del método, existe una serie de herramientas y artefactos comunes dentro de la metodología Kanban.



**Figura 1.2:** Ejemplo de un tablero kanban

Como se puede observar en la figura 1.2, muchos de los elementos visibles ya habían sido referenciados anteriormente; sin embargo, se procederá a dar una explicación detallada de lo que representan y qué rol cumplen:

- **Tablón:** Como núcleo de la visualización del proceso está el tablón kanban (nótese la diferencia en la capitalización del nombre). Dichos tableros contienen las listas de tareas a realizar y permiten observar el flujo de trabajo del equipo a través de columnas

INSERTAR  
UNA IMA-  
GEN DE UN  
TABLÓN  
KANBAN  
COMPLETO



y cartas. Cada grupo deberá especificar su propio tablón kanban en función de su proceso de desarrollo y es a través de éste que se podrán calcular las métricas, encontrar los ciclos de retroalimentación y determinar qué se debe mejorar para maximizar la eficiencia. En la figura 1.2 está representado por el elemento 1.

- **Listas o Columnas:** Para poder visualizar correctamente el flujo de trabajo dentro del tablón kanban se hacen uso de listas de tareas o columnas. Dichos elementos representarán los pasos que debe seguir una tarea para pasar por todo el flujo desde que se plantea como labor hasta que se finaliza. En el método se dice que las tareas son *tiradas* (*pulled* en inglés) a la siguiente lista una vez que se cumplen las condiciones de finalización de la columna en la que se encuentra. Entre los tipos de columnas que se pueden encontrar están:
  - **Backlog:** Contiene la lista de tareas que se plantean realizar, pero aún no se han empezado o que pueden terminar siendo descartados. Éstas son las ideas de lo que se quiere desarrollar, pero que aún no se han materializado en labor. Dichos elementos deberán estar enfocados a contribuir con los objetivos del producto a implementar. En la figura 1.2 está representada por el elemento 4.
  - **Listas intermedias:** El tablón kanban, al depender mucho proceso del equipo y no poder ser estandarizado, hará uso también de distintas columnas intermedias entre el *backlog* y la columna de tareas finalizadas. Dichas listas serán representativas del flujo de trabajo que sigue el grupo como tal para desarrollar el proyecto. Típicamente se pueden encontrar columnas como: *a diseñar*, *a empezar*, *en progreso*, *en verificación*, entre otras. En la figura 1.2 están representadas por el elemento 5.
  - **Terminado:** Contiene la lista de tareas que se han dado por finalizadas en su totalidad. Esta columna es la última del tablón para el equipo y aquí es donde estarán todas las tareas completadas una vez que han pasado por todo el flujo de desarrollo. En la figura 1.2 está representada por el elemento 6.
- **WiP:** Con el fin de aplicar las prácticas de limitación y manejo del flujo de trabajo, a cada columna se le asigna un límite de tareas que puede contener en un determinado momento. Si dicha lista llega a su límite, no se podrán traer tareas a ella hasta que se libere de los labores que contiene. Normalmente dicho límite se escribe al lado del nombre de su respectiva columna. En la figura 1.2 está representado por el elemento 2.
- **Cartas:** Así como el tablón kanban contiene listas de trabajo, dichas columnas también contienen unos elementos conocidos como *cartas*. Éstas representan las actividades y trabajos a realizar con el fin de avanzar con proyecto, siempre teniendo en cuenta que dichos elementos deben aumentar el valor del producto y tienen que ser significados para su finalización. En la figura 1.2 están representadas por el elemento 3.

Preguntar si esta referencia se debe escribir así

### 1.2.5. Métricas de flujo

Para finalizar con el contenido teórico del método, se hablarán de las distintas métricas que se utilizan para determinar la eficiencia del proceso y los elementos a mejorar según la metodología Kanban. Daniel S. Vacanti define en Vacanti, [2020](#) la siguiente lista de medidas:

- **Trabajo en progreso:** Es el número de elementos o cartas de trabajo iniciados pero no finalizados.
- **Rendimiento:** Es el número de elementos de trabajo finalizados por unidad de tiempo.
- **Edad del elemento de trabajo:** Es el tiempo transcurrido desde que se inició el trabajo hasta el momento actual.
- **Tiempo de ciclo:** Es la cantidad de tiempo transcurrido desde que se inicia un trabajo y se termina.

### 1.2.6. Justificación de la metodología

Una vez conocidos los aspectos teóricos de la metodología, se puede proceder con la justificación de su elección. Como tal, al ser un proyecto planteado por el propio autor, se espera mucha variabilidad a la hora de definir y plantear los distintos objetivos, requisitos y supuestos del producto a desarrollar. Es por esta razón que se considera necesaria la utilización de una metodología ágil que permita adaptarse a los cambios inesperados que irán surgiendo. Además, esta ventaja está reforzada por el hecho de que el autor no dispone de un horario de trabajo muy flexible y que existirá la necesidad de formarse en distintas tecnologías parcialmente o totalmente desconocidas.

Se puede decir, entonces, que el proyecto se caracteriza por su alto nivel de desconocimiento en cuanto a estimaciones, conocimiento y alcance general y su necesidad por un proceso iterativo y ágil. Por tanto, la metodología Kanban se plantea como la herramienta perfecta para su desarrollo.

### 1.2.7. Adaptación de la metodología

Conociendo la justificación, ahora surge una pregunta muy importante de cara a la implementación de la metodología: ¿cómo se adaptará para la gestión y realización del proyecto?

Haciendo referencia a la práctica de *definición y visualización del flujo de trabajo*, Kanban recomienda el uso de un tablón con el que se pueda interactuar físicamente, pero existen múltiples servicios webs que permiten la creación y gestión de equivalentes online. Ambas formas de presentar el tablón tienen sus ventajas y desventajas; sin embargo, debido a que para este proyecto es necesario el acceso asíncrono y virtual a las herramientas de la metodología, se plantea hacer uso de un servicio conectado a internet desarrollado específicamente para la gestión de tableros: *Trello*.

La especificación de cómo se adapta el proceso de desarrollo a esta nueva herramienta y a la metodología Kanban se realizará haciendo uso de las recomendaciones encontradas en Brechner, [2015](#) y se explicará en función de las prácticas del método con las que cumplen.

### 1.2.7.1. Trello como herramienta de gestión

Uno de los artefactos es el tablón como tal. Aquí se define Trello como tablón online/virtual

Definición de Trello y un poco de trans fondo

Trello is a collaboration tool that organizes your projects into boards. In one glance, Trello tells you what's being worked on, who's working on what, and where something is in a process. Imagine a white board, filled with lists of sticky notes, with each note as a task for you and your team. Now imagine that each of those sticky notes has photos, attachments from other data sources like BitBucket or Salesforce, documents, and a place to comment and collaborate with your teammates. Now imagine that you can take that whiteboard anywhere you go on your smartphone, and can access it from any computer through the web. That's Trello!(Enterprise, 2021)

### 1.2.7.2. Aplicando las prácticas de Kanban

#### ■ Definir y visualizar el flujo de trabajo:

Define aquí el tablón, las listas, las etiquetas y el formato de las cartas

#### Tablón y columnas

INSERTAR CAPTURA DEL TABLÓN DE TRELLO

- **Backlog:** La columna que contendrá la lista de tareas e ideas espera de ser empezadas en la iteración.
- **To Do:** Del inglés *a hacer*, contiene la lista de tareas cuya labor ha sido empezada en la iteración.
- **Doing:** Del inglés *en progreso*, contiene la lista de tareas cuya labor se está realizando en la iteración.
- **Testing:** Del inglés *en verificación*, contiene la lista de tareas cuya labor se ha finalizado pero todavía se está determinando si cumplen con las condiciones de finalización para pasar a la lista de tareas terminadas.
- **Done:** Del inglés *terminado*, contiene la lista de tareas cuya labor se ha dado por terminada y que están en espera de ser discutidas en la reunión de fin de iteración.
- **Approved:** Del inglés *aprobado*, contiene la lista de tareas discutidas y cuya realización ha sido aceptada como adecuada para la finalización del proyecto.

#### Cartas

HAZ REFERENCIA A LA VERSIÓN RESUMIDA DE LA CARTA QUE SE VE EN EL TABLÓN

AÑADE UNA CAPTURA DE LO QUE SE VE EN LA CARTA UNA VEZ SE EXTIENDE

- **Iteraciones:**
- **Código:**
- **Tarea:**

- **Tiempo Usado:**

- **Descripción:**

### Etiquetas

LAS ETIQUETAS SON INFORMACIÓN ADICIONAL QUE PERMITE TRELLO AÑADIR A LAS CARTAS

- **Bug:** Cuando se detecta un error y se debe arreglar
- **Bloqueado:** Cuando una tarea no se puede completar debido a otras circunstancias
- **Pendiente:** Abreviado de “Pendiente de Retroalimentación”. Indica que esta tarea debe discutirse en una reunión
- **No aceptada:** Indica que la tarea no ha sido aceptada para continuar en la siguiente iteración y debe retrabajarse, cambiarse o descartarse.

### ■ Limitar y manejar el trabajo en progreso:

- **Backlog:** No se le aplica un WiP.
- **To Do:** Primero fue 2 y ahora es 4
- **Doing:** Primero fue 2 y ahora es 3
- **Testing:** 2 (debido a que hay muchas tareas de documentación, no hace falta más espacio para verificar)
- **Done:** No se le aplica un WiP
- **Approved:** No se le aplica un WiP

### ■ **Hacer explícitas las políticas de proceso:**

Se comentó que hay que definir el concepto de “finalizado” para cada lista. Aquí se hace eso

### ■ **Implementar ciclos de retroalimentación:**

EXPLICAR CÓMO SE DETERMINA LA MEJORA DEL PROCESO DE DESARROLLO. (SE TIENEN REUNIONES DE ITERACIÓN, POR EJEMPLO)

DEFINE LOS WIPS DE LAS COLUMNAS

---

---

## Bibliografía

- Buss, A. (1996). Modeling with event graphs. *Winter Simulation Conference*, 153-160. <https://doi.org/10.1109/WSC.1996.873273>
- Maria, A. (1997). Introduction to modeling and simulation. *Proceedings of the 29th conference on Winter simulation - WSC '97*. <https://doi.org/10.1145/268437.268440>
- Perros, H. G. (2009). *Computer simulation techniques: the definitive introduction!*
- Anderson, D. J. (2010). *Kanban*. Blue Hole Press.
- Banks, J. (2010). *Discrete-event system simulation*. Prentice Hall.
- Wainer, G. (2011). *Discrete-event modeling and simulation: theory and applications*. CRC Press.
- Stellman, A. (2014). *Learning agile*. O'Reilly Media.
- Brechner, E. (2015). *Agile Project Management with Kanban*. Microsoft Press.
- Cole, R., & Scotcher, E. (2015). *Brilliant Agile project management : a practical to using Agile, Scrum and Kanban*. Pearson.
- MATLAB. (2017a). Understanding Discrete Event Simulation, Part 1: What Is Discrete Event Simulation.
- MATLAB. (2017b). Understanding Discrete Event Simulation, Part 2: Why Use Discrete Event Simulation.
- MATLAB. (2017c). Understanding Discrete Event Simulation, Part 3: Leveraging Stochastic Processes.
- MATLAB. (2017d). Understanding Discrete Event Simulation, Part 4: Operations Research.
- MATLAB. (2017e). Understanding Discrete Event Simulation, Part 5: Communication Modeling.
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (pmbok(r) guide)-sixth edition*.
- Vacanti, D. S. (2020). *The Kanban Guide*. Consultado el 24 de abril de 2021, desde <https://kanbanguides.org/wp-content/uploads/2020/07/Kanban-Guide-2020-07.pdf>
- Enterprise, T. (2021). *What is Trello?* Consultado el 24 de abril de 2021, desde <https://help.trello.com/article/708-what-is-trello>

---

---

--

---