

Los diferentes casos de uso se enumeran a continuación:

- Acceder al entorno a través de la Web.
- Seleccionar si la navegación por el entorno es guiada (automática) o no.
- Recorrer el entorno libremente haciendo uso del teclado y el ratón.
- Recorrer el entorno de forma guiada automáticamente por el sistema.
- Seleccionar si el punto de vista es controlado por el usuario o es fijo.

En la siguiente figura (Figura 6) se muestra el diagrama de casos de uso:

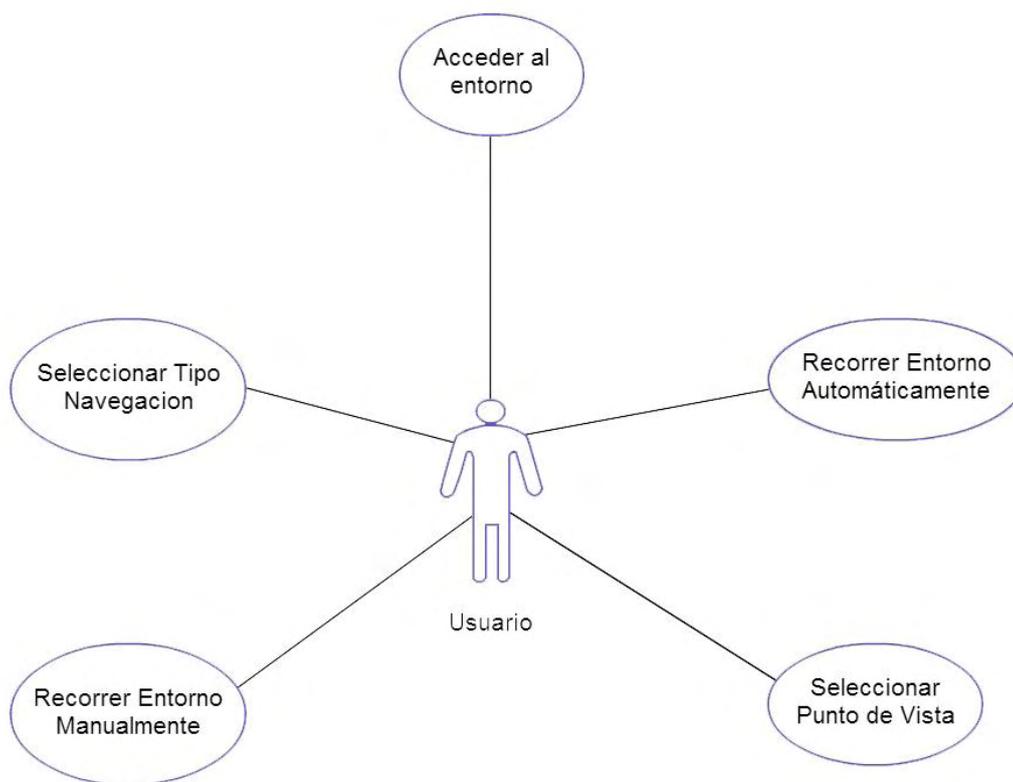


Figura 6. Diagrama de casos de uso del entorno virtual.

Los casos de uso enumerados vienen definidos desde el departamento de ergonomía, basado en un sistema anterior que ya poseía un entorno que cumplía con algunos de estos requisitos. Adicionalmente se realizaron entrevistas tanto con los terapeutas como con algunos miembros del equipo de trabajo que había estado implicado en el desarrollo del sistema anterior para tratar de obtener aspectos susceptibles de mejora para esta nueva versión online.

A continuación se presentan en detalle los casos de uso de este desarrollo:

Acceder al Entorno	
Identificador: EVCU01	Nombre: Acceder al Entorno.
Descripción: Acceder al entorno virtual a través de algunos de los módulos que se le presentan al paciente o usuario en el proyecto Transversal.	
Secuencia: La secuencia de acciones de este caso de uso queda fuera del alcance del desarrollo. La aplicación de tratamiento es un visor Web ya desarrollado anteriormente, desde el cual se accede a los distintos módulos de tratamiento. El entorno será usado dentro de dicha plataforma en un módulo de tratamiento ² .	
Condiciones Previas: Estar registrado en el sistema de transversal y tener acceso a módulos a los que se les haya asignado como elemento multimedia el entorno virtual. Esto incluye disponer de conexión a Internet.	

Tabla 12. Caso de uso Acceder al Entorno.

Seleccionar Tipo Navegación	
Identificador: EVCU02	Nombre: Seleccionar Tipo Navegación.
Descripción: En cualquier momento durante la ejecución del entorno, el usuario debe ser capaz de cambiar entre navegación guiada o automática y navegación manual. La navegación guiada o automática tiene unas rutas predefinidas por los terapeutas que hacen que la cámara recorra las partes relevantes del escenario en “piloto automático” (Castilla et al., 2013). Si al realizar el intercambio de la navegación automática a la guiada la cámara se encuentra fuera de esos caminos, es decir se pierde, y durante un tiempo no realiza ninguna interacción, el sistema debe devolverle automáticamente al último punto relevante por el que pasó, sin bloquearse con los elementos del entorno.	
Secuencia: <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer clic sobre un elemento de la interfaz. <ol style="list-style-type: none"> i. Navegación actual: Manual. La navegación pasa a ser automática. (La cámara se desplaza normalmente hasta el último punto relevante visitado). ii. Navegación Actual: Automática. La cámara se detiene y espera que el usuario utilice los controles para manejarla. 	
Condiciones Previas: Ninguna, en cualquier momento de la ejecución debe ser capaz de cambiar una navegación por la otra.	

Tabla 13. Caso de uso Seleccionar Tipo Navegación.

² Es conveniente recordar que el constructor de módulos queda fuera del alcance de este desarrollo.

Recorrer Entorno Manualmente	
Identificador: EVCU03	Nombre: Recorrer Entorno Manualmente.
Descripción: Cuando el sistema se encuentra en navegación manual el usuario debe ser capaz de mover libremente la cámara por todo el entorno desarrollado. Esto incluye no caer, ni quedarse bloqueado en ningún punto, pudiendo siempre acceder a todas las zonas navegables del entorno.	
Secuencia:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer clic sobre uno de los controles del teclado. 2. La cámara se desplaza en esa dirección. 3. Mover el ratón: <ol style="list-style-type: none"> i. Punto de vista: Estático. No ocurre nada. ii. Punto de vista: Dinámico. El punto de vista se mueve en la dirección del ratón, permitiendo observar el entorno. 	
Condiciones Previas: Para desplazarse en alguna dirección el usuario debe estar en el modo de navegación manual. Esto no ocurre con el punto de vista si éste está establecido como dinámico. Aunque el sistema esté con navegación automática le permitirá observar el entorno como quiera.	

Tabla 14. Caso de uso Recorrer Entorno Manualmente.

Recorrer Entorno Automáticamente	
Identificador: EVCU04	Nombre: Recorrer Entorno Automáticamente.
Descripción: Cuando el sistema se encuentra en navegación automática el usuario no controla el desplazamiento de la cámara en el entorno. Éste camina siguiendo unas rutas preestablecidas en modo “piloto automático”. Si en el momento de entrar en este modo la cámara se encuentra fuera de las rutas preestablecidas, debe dirigirse, sin bloqueos ni errores, hacia el último punto relevante visitado. Una vez en él, continuará la ruta preestablecida.	
Secuencia: No existe una secuencia de acciones por parte del usuario, la cámara simplemente se mueve a través del entorno dirigiéndose a los distintos lugares con contenido terapéutico.	
Condiciones Previas: El usuario debe estar en el modo de navegación automática.	

Tabla 15. Caso de uso Recorrer Entorno Automáticamente.

Seleccionar Punto de Vista	
Identificador: EVCU05	Nombre: seleccionar Punto de Vista.
Descripción: El usuario puede decidir mover la perspectiva o punto de vista con el ratón, o dejarlo estático en la última posición que se usó. Este caso de uso se trata de uno de los requisitos establecidos por el departamento de ergonomía para usuarios cuyas habilidades con este tipo de entornos virtuales son bajas y les cuesta tener el control de la perspectiva. De este modo es posible dejarla bloqueada en un punto correcto (por ejemplo, al frente) y no tienen que preocuparse de manejar este control.	
Secuencia:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario hace clic con el ratón. <ol style="list-style-type: none"> i. Punto de vista: Estático. El punto de vista pasa a dinámico. ii. Punto de vista: Dinámico. El punto de vista pasa a estático. 	
Condiciones Previas: No existen condiciones previas para este caso de uso, el usuario puede modificar el punto de vista en cualquier momento durante la ejecución del entorno.	

Tabla 16. Caso de uso Seleccionar Punto de Vista.

2.2.2 Requisitos de datos

En este entorno virtual de inducción emocional el sistema no recoge ningún tipo de dato. Aunque esta fue una decisión que hubo que tomar tras varias reuniones entre los terapeutas y el departamento de usabilidad, terminó por acordarse que no habría almacenamiento de datos durante la ejecución.

Por ese motivo los datos con los que se trabaja en el desarrollo no pueden incluirse en el apartado de los requisitos, ya que se relacionan implícitamente con las necesidades técnicas de la herramienta utilizada para el desarrollo y serán mencionados en el apartado correspondiente.

2.2.3 Plataforma tecnológica

Aunque, nuevamente, los requisitos deben reducirse al máximo, en este desarrollo se está trabajando con un entorno virtual que sí que requiere de una capacidad de rendimiento mínima.

El objetivo o requisito básico en este aspecto es tratar de optimizar las necesidades gráficas del entorno lo máximo posible, aunque ello conlleve una pérdida en el realismo o la calidad que el entorno pueda ofrecer. Esto es debido a que el objetivo del proyecto Transversal es llegar a la mayor cantidad posible de usuarios, por lo que incluir la necesidad de estar en posesión de un

equipo con un rendimiento gráfico muy elevado reduciría el número de personas que podrían beneficiarse de él.

Con ese objetivo, para el correcto uso por parte de los usuarios del sistema, es necesario un PC con unas características típicas de un equipo ofimático, pero añadiendo como mínimo una tarjeta gráfica de gama media que permita procesar el entorno virtual. Adicionalmente es necesario disponer de los siguientes periféricos: Monitor, ratón, teclado y altavoces.

3 Alcance

En este apartado se define el alcance de los desarrollos, esto es, aquellas cuestiones que se engloban en las funcionalidades que deben implementarse y aquellas que quedan fuera o son dependientes de otros equipos de trabajo o miembros.

Ambos desarrollos forman parte de un proyecto de envergadura mayor, por lo que muchas de sus funciones o dependencias están establecidas de antemano y quedan fuera del alcance de este trabajo. Como en los apartados anteriores, dada la naturaleza independiente de ambos desarrollos, el alcance va a presentarse en dos apartados diferentes, uno para cada desarrollo.

3.1 Constructor de Protocolos

Comenzando desde el principio de su ejecución hasta el cierre de la misma, a continuación se define lo que entra y no entra en el alcance del desarrollo del constructor de protocolos.

El acceso a la herramienta se realiza a través de un servidor web que utiliza una base de datos de usuarios, con ciertas características especiales diseñadas para adaptarse a la LOPD. Toda esa gestión de la información y de los usuarios queda fuera del alcance del desarrollo.

El constructor de protocolos es ejecutado en un entorno web que contiene dos tipos de información:

- Cuestionarios y módulos disponibles.
- Si se trata de un protocolo ya existente, qué va a ser modificado, se muestra su estado actual. Esta información no se mostrará en caso de que se trate de un protocolo nuevo.

El contenido de esta información, su actualización o su estado quedan fuera del alcance del proyecto, son responsabilidad de otra de las aplicaciones de Transversal.

El constructor es el responsable de acceder a esos datos y mostrarlos en la interfaz gráfica diseñada. Forman parte del alcance todas las funcionalidades que se han especificado en el análisis de los requisitos: la gestión de las listas, ofrecer *feedback* visual, permitir agregar, eliminar o modificar elementos a cada una de las respectivas listas, etc. Todo el trabajo que se realiza dentro del constructor de protocolos es parte del alcance del proyecto. También se incluye en el alcance que la GUI sea usable e intuitiva, permitiendo a usuarios con un bajo perfil técnico construir protocolos de tratamiento.

El Constructor de protocolos debe ser capaz de soportar la cantidad de módulos y cuestionarios que se consideren necesarios desde el equipo terapéutico, es decir, no puede darse un número máximo de cuestionarios o módulos aceptados, o si se diera, debería tener el suficiente tamaño como para cubrir todo el ciclo de vida del software.

Durante la ejecución del constructor de protocolos, el nuevo protocolo queda almacenado en el navegador. El almacenamiento de la información a nivel Web queda fuera del alcance del proyecto, siendo responsabilidad de otra aplicación que aparezca un botón guardar que almacene todas las modificaciones en el servidor. Esta decisión y forma de funcionamiento han sido tomadas desde otro departamento y tampoco entra en el alcance del desarrollo.

El Constructor de protocolos no admitirá nuevos tipos de elementos, aunque existe un proyecto futuro que contempla añadir información variada (adicional a los Cuestionarios y los Módulos), por los motivos que se explican en el apartado de restricciones de este mismo documento, el desarrollo de esta versión queda limitado a manejar únicamente este tipo de datos: Módulos y cuestionarios.

Es importante recordar que la creación de nuevos cuestionarios o nuevos módulos queda completamente fuera del alcance. Estas funcionalidades han sido o serán desarrolladas en proyectos diferentes.

El Constructor termina su ejecución cuando el usuario cambia o cierra la página.

3.2 Entorno Virtual

Del mismo modo que el Constructor de Protocolos, el entorno virtual debe ser ejecutado en el contexto de un entorno web. El acceso a él depende tanto de que el usuario este registrado en el programa como de que el terapeuta le haya asignado módulos con este contenido. Quedando por tanto estas acciones fuera del alcance de este desarrollo.

Cuando el entorno es ejecutado no se recibe ningún parámetro de entrada ni de configuración, el entorno siempre se ejecuta del mismo modo para todos los usuarios. Quedando fuera del alcance cualquier personalización del ambiente o de la ejecución.

Tampoco se extrae información de lo sucedido en el tiempo en que se ha estado ejecutando el entorno, es decir, no se almacenan los lugares visitados, los objetos observados, el tiempo que ha pasado en navegación automática o semiautomática, etc. Lo que ocurre dentro del entorno virtual no se almacena.

En el alcance del proyecto se incluye que éste pueda ser ejecutado en un navegador, ofreciendo un rendimiento óptimo, y la obtención o construcción de los materiales necesarios para el desarrollo del entorno virtual (modelos, texturas, códigos y audios).

Cuando la ejecución del programa finaliza, el sistema vuelve a la página web del módulo donde está integrado el entorno.

En la siguiente tabla (Tabla 17) puede verse un resumen del alcance para ambos desarrollos, en ella se muestra el evento donde da comienzo el alcance del desarrollo y el evento a partir del cual la ejecución no entra en el alcance.

Alcance			
	Comienzo Alcance	Ejecución	Fin Alcance
Constructor de Protocolos	Un terapeuta con permisos y privilegios suficientes accede a modificar un protocolo existente o crear uno nuevo.	El tiempo en el que el terapeuta organiza las listas de módulos y cuestionarios hasta que considera que están como es debido.	Abandona la Web del constructor.
Entorno de Realidad Virtual	Un usuario accede, a través de un módulo, al contenido concreto.	El tiempo que se ha definido en los requisitos que debe durar la ejecución.	Concluye el tiempo de ejecución del entorno.

Tabla 17. Resumen del alcance de ambos desarrollos.

4 Restricciones

En ambos desarrollos se han encontrado problemas que han frenado las posibles funcionalidades de la aplicación final. Tanto en las reuniones previas como observando los requisitos puede detectarse que sería posible ampliar el alcance de ambos proyectos añadiendo nuevas características, sin embargo existían desde el principio diversas restricciones que han obligado a limitar el desarrollo final a las características planteadas.

Este apartado enumera y describe estas restricciones.

4.1 Tiempo

Ambos desarrollos se enmarcan en el proyecto Transversal, esto hace que existan interdependencias entre ellos y otros del mismo proyecto. Cuando se obtuvieron las especificaciones, se contaba con un tiempo limitado a **cuatro meses** para que tanto los terapeutas, como los pacientes o usuarios comenzaran a usar la herramienta, así que era necesaria una primera versión funcional que cumpliera, al menos, con los requisitos mencionados. Por ese motivo algunas de las propuestas surgidas en las primeras reuniones fueron rechazadas en beneficio de agilizar los tiempos de ambos desarrollos lo máximo posible.

4.2 Tecnología

Al encontrarse ambos desarrollos integrados con una plataforma que ya se encuentra en funcionamiento, las posibles herramientas a elegir se encuentran limitadas a adaptarse a estas tecnologías. Además uno de los requisitos del Constructor de Protocolos era que éste fuera desarrollado en Unity3D para poder conectar esta herramienta a otras en un futuro. Ésta en un principio no parece la herramienta más adecuada para una interfaz gráfica, sin embargo esta decisión queda fuera del alcance del estudiante.

Para el entorno virtual, la posibilidad de elegir tecnología se reduce en gran medida debido a que éste debe ejecutarse a través de Internet en un navegador, y actualmente no hay muchas herramientas, mínimamente documentadas, que lo permitan.

Por ese motivo, la tecnología principal para ambos desarrollos se ha restringido a UNITY3D.

4.3 Experiencia

La experiencia del estudiante está centrada en los conocimientos adquiridos durante el tiempo que ha estado cursando el Grado en Ingeniería Informática. En el transcurso del grado se han adquirido competencias a través de breves experiencias con Java, Gestión de Proyectos o

Bases de Datos, sin embargo, la programación que usa UNITY3D o abordar un proyecto de desarrollo de un entorno virtual, es algo para lo que es necesario un periodo más amplio de aprendizaje o experiencia. Por ese motivo, uno de los factores restrictivos relacionados con los dos anteriores, es la falta de experiencia del estudiante ya que tanto para ambos desarrollos, como para el aprendizaje de la herramienta, ha sido necesario que el estudiante invierta un tiempo superior al que podría esperarse para proyectos con estos requisitos.

5 Planificación

Una vez se han definido correctamente los objetivos, requisitos, alcance y restricciones de los desarrollos implicados en el proyecto se va a mostrar la planificación realizada para llevarlo a cabo. Para ello va a comenzarse presentando el diagrama EDT (Estructura del Desglose del Trabajo), seguidamente se dará una descripción de las tareas incluidas y, finalmente, se presentará una diagrama de Gantt donde se establecen fechas concretas para los diferentes hitos.

5.1 EDT

El diagrama EDT presenta la descomposición jerárquica de todo el trabajo del proyecto en componentes más pequeños. Comienza presentándose como un listado de las tareas a realizar y, a continuación, se representa el diagrama en formato gráfico:

Desarrollo del proyecto:

1. Planificación
 - 1.1. Definir objetivos de ambos desarrollos.
 - 1.2. Delimitar alcance de ambos desarrollos.
 - 1.3. Valorar restricciones de ambos desarrollos.
 - 1.4. Generar planificación.
2. Análisis
 - 2.1. Definición de casos de uso de ambos desarrollos.
 - 2.2. Desarrollo de requisitos del constructor.
 - 2.3. Desarrollo de requisitos del entorno virtual.
3. Diseño
 - 3.1. Diagrama de actividad de ambos desarrollos.
 - 3.2. Diagrama de clases de ambos desarrollos.
 - 3.3. Especificación de interfaz del constructor de protocolos.
 - 3.4. Especificación gráfica del entorno de realidad virtual.
4. Implementación
 - 4.1. Desarrollo del constructor de protocolos.
 - 4.1.1. Desarrollo de la interfaz de usuario.
 - 4.1.2. Programación de la lógica.
 - 4.2. Desarrollo del entorno virtual.
 - 4.2.1. Modelado del entorno.
 - 4.2.2. Programación del entorno.

4.2.3. Programación de la navegación manual.

4.2.4. Integración del audio.

4.2.5. Programación de la navegación automática. *Pathfinding*.

5. Pruebas

5.1. Pruebas de expertos de ambos desarrollos.

5.2. Pruebas de usuarios finales de ambos desarrollos.

6. Instalación

6.1. Integración de los dos desarrollos en la plataforma transversal.

7. Mantenimiento

La siguiente Figura 7 representa gráficamente el diagrama EDT:

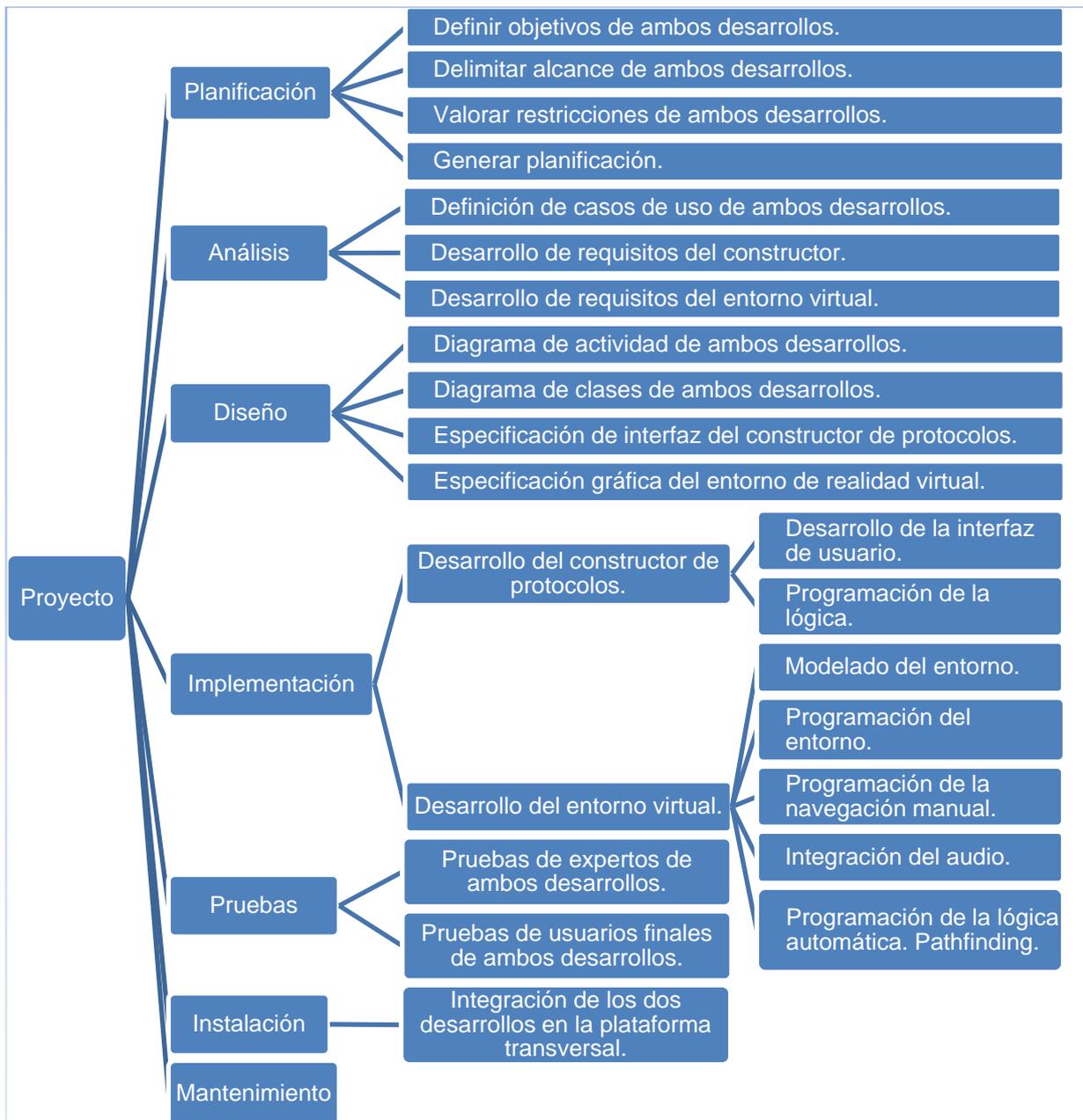


Figura 7. Diagrama EDT.

A continuación se describen las actividades finales extraídas del diagrama EDT.

- **Definir objetivos de ambos desarrollos:** Llevar a cabo una serie de reuniones tanto con el departamento de ergonomía como con los terapeutas del equipo de trabajo para definir cuáles son los objetivos tanto del Constructor de Protocolos como del entorno virtual.
- **Delimitar alcance de ambos desarrollos:** Dado que los desarrollos van a estar integrados es necesario reunirse con el equipo que desarrolla la plataforma principal de Transversal, para delimitar donde comienza y termina el alcance del Constructor de desarrollos y del entorno virtual.

- **Valorar restricciones de ambos desarrollos:** Una vez están definidos los objetivos y el alcance pueden valorarse las restricciones, analizando además los riesgos que pueden presentarse en el proceso de desarrollo.
- **Generar planificación:** Para finalizar esta fase de planificación es necesario generar los documentos donde se definen las tareas a llevar a cabo y los tiempos estimados. En este punto debe generarse el documento donde se refleje la planificación inicial.
- **Definición de casos de uso de ambos desarrollos:** Ya en la fase de análisis se estudian los posibles actores y casos de uso que van intervenir en cada uno de los desarrollos.
- **Desarrollo de requisitos del constructor:** Con los casos de uso generados se generan los requisitos. Para ello es necesario establecer entrevistas con los diferentes miembros del departamento de ergonomía y los terapeutas que ayuden a definir específicamente los diferentes requisitos del Constructor de Protocolos.
- **Desarrollo de requisitos del entorno virtual:** Del mismo modo que en la tarea anterior es necesario extraer los requisitos para el Entorno Virtual. En ese punto debe generarse el documento referente a la especificación de requisitos, éste servirá de referencia durante todo el tiempo de desarrollo.
- **Diagrama de actividad de ambos desarrollos:** Ya en la fase de diseño es necesario, para ambos desarrollos, generar los diagramas de actividad que faciliten la posterior implementación.
- **Diagrama de clases de ambos desarrollos:** Del mismo modo es necesario crear un diagrama de clases que permita describir la estructura del sistema.
- **Especificación de interfaz del constructor de protocolos:** Haciendo uso de prototipos se realizan bocetos conceptuales de cómo se estructurará visualmente la información en la pantalla. Para ello es necesario mantener contacto con el departamento de ergonomía cognitiva.
- **Especificación gráfica del entorno de realidad virtual:** En esta tarea deben definirse con la máxima concreción posible los diferentes elementos del entorno virtual, las texturas y los modelados necesarios. Es importante dedicar tiempo a esta tarea analizando el material disponible y valorando la posibilidad de generar nuevo material o adquirirlo a través de las tiendas. Además hay que establecer cómo debe ir distribuido por el entorno, el tamaño, los colores y aspectos visuales de este tipo.
- **Desarrollo de la interfaz de usuario:** Ya en la fase de implementación se desarrolla visualmente la interfaz tal y como ha sido definida en la fase anterior.