



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

**Inteligencia artificial dinámica para el
comportamiento de enemigos en videojuegos de
suspense**

KEVIN TRONCOSO

Profesor Guía: NICOLAS BARRIGA

Memoria para optar al título de
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

Talca – Chile
Julio, 2026



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

**Inteligencia artificial dinámica para el
comportamiento de enemigos en videojuegos de
suspense**

KEVIN TRONCOSO

Profesor Guía: NICOLAS BARRIGA

Memoria para optar al título de
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

El presente documento fue calificado con nota: _____

Talca – Chile

Julio, 2026

TABLA DE CONTENIDOS

página

Tabla de Contenidos	I
Resumen	III
1. Introducción	1
2. Marco teórico y Estado del arte	3
2.1. Finite State Machine	3
2.2. Behavior Tree	4
2.3. Goal-Oriented Action Planning	6
2.4. Hierarchical Task Network	7
2.5. Psicología en los videojuegos	7
2.6. Tipos de IA en videojuegos	8
2.7. Casos similares	9
2.7.1. Left 4 Dead	9
2.7.2. Alien: Isolation	11
2.8. El abordaje ideal	12
3. Metodología	13
3.1. Conceptos a evaluar	13
3.2. Metodologías de evaluación	14
3.3. IA implementada	17
3.4. Experimento	21
3.5. Carta Gantt	22
4. Resultados	24
5. Conclusiones	27
5.1. Trabajo futuro	28
Bibliografía	29

A: Consentimiento informado	32
Consentimiento Informado	32
B: Cuestionario de Evaluación	39

RESUMEN

En los videojuegos de suspenso con un enemigo acechador, es muy importante que este transmita una fuerte ilusión de inteligencia y presencia para potenciar la experiencia. Sin embargo, las empresas de videojuegos tienden a usar técnicas de IA tradicionales en lugar de utilizar técnicas avanzadas para hacer que la IA sea más inteligente.

Para combatir esto, se desarrolló un sistema de inteligencia artificial dinámico para el comportamiento del enemigo en el videojuego de suspenso *The Malevolent*. El sistema implementado combinó una capa de decisiones basada en un Árbol de Comportamiento, un Director omnisciente encargado de calcular y regular la tensión del jugador mediante fórmulas heurísticas, y mecanismos de ajuste en tiempo real para modificar las prioridades del enemigo según las acciones del jugador.

Para comprobar su eficacia, se realizó un experimento ciego con 23 participantes divididos en un grupo experimental (IA Dinámica) y un grupo de control (IA Estática). La experiencia fue medida a través de una batería de evaluación compuesta por el cuestionario IPQ, un cuestionario basado en STAI y un cuestionario propio para analizar la percepción de la IA. Mediante el uso de la Prueba T de Welch, los resultados demostraron de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) que la inclusión del sistema dinámico incrementa la inmersión percibida por el comportamiento del enemigo y logró abstraer con mayor éxito al jugador de su entorno real. Aunque las métricas de estrés y terror reportaron promedios superiores y una mayor estabilidad (menor varianza) a favor del sistema dinámico, estas se consideraron tendencias debido a las limitaciones del tamaño muestral y el desconocimiento de aspectos externos.

Este proyecto ofrece evidencia empírica sobre la importancia crítica del diseño inteligente del enemigo en los videojuegos de suspenso, aportando conocimientos cuantitativos que justifican el abandono de patrones predefinidos en favor de la combinación de un Director y una IA Dinámica para elevar significativamente la calidad de la inmersión del jugador.

1. Introducción

En los videojuegos de suspenso, donde el jugador es acechado por una criatura, la ilusión de inteligencia y el nivel de presencia que esta transmite son muy importantes para potenciar la experiencia. La IA de los videojuegos rara vez tiene una inteligencia profunda, sino que se basa en una ilusión de esta para crear un comportamiento creíble y humano, considerando también que el éxito de esto se debe a que los usuarios están dispuestos a creer y tienden a antropomorfizar a personajes no humanos, dándoles rasgos y emociones humanas [1].

Las empresas de videojuegos tienden a utilizar técnicas de IA tradicionales que han estado presentes en la industria durante bastante tiempo en lugar de utilizar técnicas avanzadas para hacer que la IA sea más inteligente [2]. Un sistema de este tipo, lo suficientemente inteligente para actuar por sí solo haría que el juego fuera injugable, resultando en una mala experiencia para el jugador [3]. Por lo tanto, y a pesar de los avances mencionados anteriormente, muchos videojuegos diseñan enemigos con comportamientos basados en patrones predefinidos y guionizados, dependiendo de la utilización de una IA tradicional, sencilla de implementar pero con un reducido impacto en la sorpresa, presencia y tensión a medida que el jugador identifica los repetitivos patrones presentes en su simple inteligencia.

Para combatir esto, se desarrollará un sistema de inteligencia artificial dinámico para el comportamiento del enemigo en el videojuego de suspenso *The Malevolent*. Esta propuesta se inspira esencialmente en el diseño y técnicas usadas por *The Creative Assembly* en *Alien: Isolation*, donde la IA del Xenomorfo, “dejó una marca indeleble en la inteligencia artificial para videojuegos” [4].

El presente documento busca comprobar la siguiente hipótesis, basada en los problemas anteriormente señalados: **La implementación de un sistema de inteligencia**

artificial dinámico en un enemigo, incrementará la sensación de terror y presencia percibida en un videojuego de suspenso, superando la experiencia ofrecida por una IA con comportamientos predefinidos.

En conjunto a esta y en busca de su verificación, se ha establecido como objetivo general el **Desarrollar un sistema de inteligencia artificial dinámico para el comportamiento del enemigo en un videojuego de suspenso, que aumente la sensación de terror y presencia al adaptar el comportamiento en tiempo real**. Para lograr esto, se seguirán los siguientes objetivos específicos:

Objetivo específico 1: Analizar estrategias de IA utilizadas en videojuegos de suspenso existentes, identificando fortalezas y debilidades.

Objetivo específico 2: Diseñar un modelo de IA dinámico que permita al enemigo modificar su comportamiento y simular aprendizaje en tiempo real.

Objetivo específico 3: Implementar el modelo de IA diseñado a un enemigo en un videojuego de suspenso.

Objetivo específico 4: Evaluar la efectividad del sistema de IA dinámico mediante pruebas de usuarios.

A continuación se detallarán algunas de las técnicas disponibles para la aplicación de sistemas de inteligencia artificial, junto a la definición de las posibilidades psicológicas de un videojuego, para luego enseñar ejemplos sólidos de implementación de la IA dinámica y su esperado abordaje.

2. Marco teórico y Estado del arte

Antes de iniciar con la implementación de sistemas de inteligencia artificial en videojuegos, es importante dar un vistazo a cómo funciona la IA teóricamente dentro de algunos de estos.

2.1. Finite State Machine

Una Finite State Machine (FSM) o conocida como Máquina de estados finitos, realiza un seguimiento del conjunto de estados posibles y registra el estado actual en el que se encuentra. Junto a cada estado, se mantiene una serie de transiciones. Cada transición es, a su vez, una interfaz genérica que se puede implementar con las condiciones adecuadas. Simplemente informa a la máquina de estados si se ha activado o no. En cada iteración (normalmente cada fotograma), se llama a la función de actualización de la máquina de estados. Esta comprueba si se ha activado alguna transición desde el estado actual. La primera transición que se activa se programa para que se ejecute. A continuación, el método compila una lista de acciones que se deben realizar desde el estado actualmente activo. Si se ha activado una transición, esta se ejecuta. La separación entre la activación y la ejecución de las transiciones permite que también tengan sus propias acciones. A menudo, la transición de un estado a otro también implica la realización de alguna acción. En este caso, una transición ejecutada puede añadir la acción que necesita a las devueltas por el estado [5].

Algoritmo 2.1 Finite State Machine [5]

```

class StateMachine:
    states
    initialState
    currentState  $\leftarrow$  initialState
    function UPDATE
        triggeredTransition  $\leftarrow$  None
        for transition in currentState.getTransitions() do
            if transition.isTriggered() then
                triggeredTransition  $\leftarrow$  transition
                break
        if triggeredTransition then
            targetState  $\leftarrow$  triggeredTransition.getTargetState()
            actions  $\leftarrow$  currentState.getExitAction()
            actions  $\leftarrow$  actions + triggeredTransition.getAction()
            actions  $\leftarrow$  actions + targetState.getEntryAction()
            currentState  $\leftarrow$  targetState
            return actions
        else
            return currentState.getAction()

```

2.2. Behavior Tree

Un Behavior Tree (BT) o conocido como Árbol de comportamiento, es un árbol dirigido con raíz (directed rooted tree) donde los nodos internos se denominan como control flow nodes y los nodos hoja se denominan execution nodes. Entre nodos conectados se utiliza terminología de parent (padre) y child (hijo). La raíz (root) es el único nodo sin padre, mientras que todos los demás nodos poseen exactamente un padre. Los control flow nodes tienen al menos un hijo.

Un BT comienza su ejecución desde la raíz, la cual genera señales de activación denominadas ticks, enviadas a una frecuencia determinada hacia sus hijos. Un nodo se ejecuta si y solo si recibe ticks. El hijo retorna inmediatamente Running al padre si su ejecución aún está en curso, Success si alcanzó su objetivo, o Failure si falla [6]. En la formulación clásica, existen cuatro categorías de control flow nodes (Sequence, Fallback, Parallel y Decorator) y dos categorías de execution nodes (Action y Condition). El nodo Sequence propaga los ticks a sus hijos de izquierda a derecha, hasta encontrar un hijo que devuelva Failure o Running, en cuyo caso devuelve Failure o

Running a su propio padre, respectivamente. El nodo hijo devuelve Running o Failure, el nodo Sequence no envía ticks al siguiente hijo (si es que existe) [6].

Algoritmo 2.2 Sequence Node [6]

```

for  $i \leftarrow 1$  to  $N$  do
     $childStatus \leftarrow Tick(child(i))$ 
    if  $childStatus = Running$  then
        return Running
    else if  $childStatus = Failure$  then
        return Failure
return Success

```

El nodo Fallback propaga los ticks a sus hijos de izquierda a derecha, hasta encontrar un hijo que devuelva Success o Running, devolviendo Success o Running a su padre respectivamente. El nodo devuelve Failure si y sólo si todos sus hijos devuelven Failure. Cuando un hijo devuelve Running o Success, el nodo Fallback no envía ticks al siguiente hijo (si es que existe) [6].

Algoritmo 2.3 Fallback Node [6]

```

for  $i \leftarrow 1$  to  $N$  do
     $childStatus \leftarrow Tick(child(i))$ 
    if  $childStatus = Running$  then
        return Running
    else if  $childStatus = Success$  then
        return Success
return Failure

```

El nodo Parallel propaga los ticks a todos sus hijos, devolviendo Success si al menos M hijos devuelven Success, devuelve Failure si $N - M + 1$ hijos devuelven Failure, y devolviendo Running en cualquier otro caso, donde N es el número total de hijos y M menor o igual N es un umbral definido por el usuario [6].

Algoritmo 2.4 Parallel Node [6]

```

for  $i \leftarrow 1$  to  $N$  do
     $childStatus(i) \leftarrow Tick(child(i))$ 
if  $\sum_{i:childStatus(i)=Success} 1 \geq M$  then
    return Success
else if  $\sum_{i:childStatus(i)=Failure} 1 > N - M$  then
    return Failure
return Running

```

Cuando recibe ticks, un nodo Action ejecuta un comando. Este devuelve Success si la acción se completa correctamente, o Failure si la acción falla. Mientras la acción está en curso, devuelve Running [6].

El nodo Decorator es un control flow node que posee un solo hijo y que controla el estado de retorno de este hijo de acuerdo a una regla definida por el usuario, además de decidir cuándo enviarle ticks basado en otra regla predefinida [6].

2.3. Goal-Oriented Action Planning

El Goal-Oriented Action Planning (GOAP) o conocida como planificación de acciones orientada a objetivos, es un sistema de planificación para inteligencia artificial que realiza una búsqueda formal de secuencias de acciones que puedan satisfacer un objetivo. Esta planificación se basa en el modelo STRIPS, el cual consta de objetivos y acciones, donde los objetivos describen un estado deseado del mundo al que queremos llegar, y las acciones se definen en términos de condiciones previas y efectos, que solo se ejecutan si cumplen todas sus condiciones, siendo que cada una cambia el estado del mundo de alguna forma.

A diferencia de una FSM tradicional, GOAP traslada su lógica de decisión a un planner para que el agente determine por sí mismo cuándo y cómo alcanzar su objetivo de mayor prioridad. Por lo tanto, GOAP se caracteriza por su capacidad de replanificar dinámicamente.

Además, este algoritmo usa una asignación de costos por acción, permitiendo al agente preferir una acción sobre otra y guiar la búsqueda, a través del uso de A*, hacia una secuencia de acciones de un menor coste para satisfacer un objetivo específico.

Finalmente, se implementan comprobaciones de condiciones previas procedimentales y efectos procedimentales para evitar que los cambios de estado se sientan instantáneos. Aquí es donde el sistema de planificación se conecta con el FSM, ya que al ejecutar el plan, se activan secuencialmente las acciones, que a su vez establecen el estado actual y cualquier parámetro asociado [7].

2.4. Hierarchical Task Network

La Hierarchical Task Network (HTN) o conocida como red de tareas jerárquica, es un sistema de planificación de inteligencia artificial que reemplaza a los objetivos del anteriormente mencionado STRIPS con tareas y redes de tareas. HTN trabaja con tres tipos de tareas: Metas, Primitivas y Compuestas. Empezando por Metas como las propiedades que se desean conseguir en el mundo, luego Primitivas las que se logran directamente ejecutando una acción, y Compuestas las que presentan un cambio que involucra varias tareas.

Las tareas se unen en una red de tareas, la cual es una construcción sintáctica formada por tareas etiquetadas y una fórmula de restricciones que definen un orden temporal, los enlaces de variables y las restricciones de verdad.

Una de sus implementaciones usa UMPC como algoritmo principal, el cual expande tareas no primitivas iterativamente mediante la aplicación de un método que descompone la tarea en una red de tareas más detallada. Después de cada expansión, se usan los llamados critics para encontrar interacciones entre las tareas en la red. Este proceso se repite hasta lograr que la red sea primitiva y se produzca una secuencia de tareas primitivas, satisfaciendo de esta manera la fórmula de restricciones [8].

2.5. Psicología en los videojuegos

Gracias a la inteligencia humana poseemos la capacidad de reaccionar a diversas cosas y situaciones del día a día. Dentro de estas reacciones se encuentran las emociones, las cuales, nunca son un fenómeno ocurrido puramente individual, sino una comunicación entre dos o más personas y el lugar en el que hay que analizarla, por tanto es en el contexto de la conducta comunicativa y su significado [9]. De esta manera, las podemos englobar en muchas más situaciones que consideren la interacción de sujetos y un escenario, por ejemplo, un videojuego.

La psicología dentro de los videojuegos se puede entender por la forma en que estas herramientas de entretenimiento pueden afectar de manera emocional a sus jugadores. Un videojuego perfectamente puede generar experiencias emotivas al igual que cualquier otro medio más tradicional como lo son los libros o las películas [10]. Ejemplos de esto son los sentimientos de euforia que provoca el luchar contra hordas de enemigos en un videojuego de acción y/o el sentimiento de terror y tensión que provoca el estar huyendo o escondiéndose de un enemigo en un videojuego de suspenso. Estas situaciones remarcan perfectamente la interacción de sujetos (jugador y NPC) dentro de un escenario (videojuego). Aunque es importante mencionar, que en algunos casos muy particulares, como el videojuego de terror *Layers of Fear*, la interacción de sujetos ocurre entre el jugador y el ambiente del videojuego, reemplazando este último al enemigo en el proceso de comunicación.

2.6. Tipos de IA en videojuegos

Una gran parte de la IA en videojuegos de suspenso se centra en potenciar la inmersión y el miedo del jugador, lo cual toma una gran importancia al saber que el suspenso es una de las emociones más importantes para disfrutar de los juegos [11]. Por lo tanto, para comprender y fundamentar en profundidad la utilidad de una IA dinámica con uso de Director, es necesario analizar la aplicación de estas estrategias en distintos videojuegos de este género y/o similares.

Dentro de los sistemas y estrategias que existen al momento de implementar un sistema de inteligencia artificial en un videojuego en general, podemos decir que existen dos tipos. La IA estática, cuyo funcionamiento se basa en simples patrones o comportamientos guionizados y preestablecidos, los cuales no presentan cambios significativos a lo largo de su ejecución. Algunos ejemplos de estos sistemas de inteligencia artificial, son las máquinas de estados finitos (anteriormente mencionadas), que en resumen dividen el comportamiento de un objeto del juego en estados lógicos, de modo que el objeto tenga un estado para cada tipo diferente de comportamiento que exhibe [12], y por otro lado, tenemos a la IA dinámica, cuyo funcionamiento y lógica puede modificarse en tiempo real según lo ameriten las distintas situaciones del juego y acciones del jugador (la salud, el desempeño, la interacción, etc). De manera similar, la conocida IA Director es una de las opciones de inteligencia artificial

dinámica más llamativas. Esta se caracteriza por ser un agente en un videojuego que intenta mejorar la experiencia del jugador cambiando aspectos del juego. Por ejemplo, en el juego *Left 4 Dead*, una IA director puede alterar la aparición de enemigos, la ubicación de los objetos y otros elementos con el fin de que los jugadores experimenten una curva de tensión deseada [13].

En perspectiva, podemos notar que el comportamiento de una IA dinámica da pie a más posibilidades con respecto a los de una IA estática y guionizada, ya que esta adapta el juego para mantener la imprevisibilidad, mientras que la estática sigue un curso mucho más predecible.

2.7. Casos similares

Como se mencionó anteriormente, una de las implementaciones más conocidas de un sistema de IA adaptable, que también popularizó el término de IA Director, es *Left 4 Dead* para controlar cuándo y cuántos enemigos encuentran los jugadores y, en menor medida, los recursos. Junto a este se encuentra *Alien Isolation*, que utiliza la IA Director para cambiar el comportamiento del Xenomorfo (el enemigo principal del juego) según las acciones del jugador para mantener una experiencia de terror impredecible [14]. Por lo tanto, y considerando estos dos casos anteriores, sería de gran utilidad analizar a fondo cómo es que funciona cada una de estas implementaciones de IA Director en estos juegos y cuál es su impacto en los jugadores.

2.7.1. Left 4 Dead

En *Left 4 Dead*, el Director es el encargado de gestionar la experiencia del jugador y aplicar las reglas fundamentales del juego (mantenerse juntos, ir con cuidado y apoyarse mutuamente). El director manipula dinámicamente el entorno, incluyendo la generación y ubicación de zombies de manera individual (infectados especiales), manera grupal (hordas) y la introducción estratégica de los infectados especiales. El director de *Left 4 Dead* se enfoca en crear una montaña rusa emocional mientras mide la amenaza a través del control de la intensidad, o el estrés percibido del jugador [15].

Aparición de enemigos

El director categoriza a los enemigos en enemigos Comunes, Especiales y Jefes, y los genera de una manera estratégica.

Los comunes son divididos en Wanderers, que patrullan dispersamente por el camino principal y atacan a los jugadores al verlos, y las Hordas, los cuales aparecen en grupos más grandes (10 a 30 enemigos) generalmente ubicados por detrás o a los lados de los jugadores con una frecuencia de aparición de 1 y 4 minutos (varía según dificultad).

Los infectados especiales son ubicados de acuerdo a su tipo con la finalidad de aprovechar y tomar una ventaja táctica por sobre los jugadores. A su vez, el Director elimina los que se alejan demasiado de los sobrevivientes.

Finalmente, los infectados del tipo jefe funcionan mediante la selección de zonas de amenaza predefinidas en cada mapa. A pesar de que estas son ubicaciones fijas, el Director se encarga de decidir cuándo, cuál y cuántos (dependiendo de la etapa y la dificultad) de estos pueden aparecer [16].

Gestión de recursos

El director se encarga de llenar el mapa con objetos, seleccionando un número limitado de puntos preestablecidos. Su control no es tan grande para definir donde aparecen estos objetos, sino que se rige más a ajustar el número, la cercanía, reemplazar unos por otros y la aparición específica de estos en función del rendimiento de los jugadores [16].

Control de mapas

El Director, únicamente en Left 4 Dead 2, evalúa el rendimiento de los jugadores y modifica los mapas en consecuencia, basado en el diseño dinámico de estos. Estos cambios incluyen ajuste de caminos, objetos e ítems, cambios en el clima y reestructuración de eventos [16].

Fases del director

El funcionamiento de este director es como una máquina de estados finitos con tres estados cíclicos principales: Build-Up, Peak y Relax. En Build-Up, el director

mantiene una referencia al número máximo de zombies que puede tener, reapareciendo estos después de ser eliminados, dependiendo también de un temporizador. Junto a esto, introduce las hordas e infectados especiales fuera de la visión de los jugadores, midiendo todo el tiempo que tan intenso se vuelve el juego. En la fase de Peak, el sistema reconoce que se ha alcanzado un nivel de estrés percibido en todos los jugadores, dejando de lado la generación de más zombies en el mundo y ajustando la música en consecuencia de la situación. La fase Relax es un periodo de descanso, en el cual no se generarán más zombies por un corto periodo de 30 a 45 segundos, momento el que se reiniciara nuevamente la fase de Build-Up.[15].

2.7.2. Alien: Isolation

La inteligencia artificial en Alien: Isolation está compuesta por dos sistemas de gestión distintos, la IA Director y la IA Alien. El director observa al jugador durante todo el juego, sabiendo siempre su ubicación, mientras que el Alien usa una serie de sensores y comportamientos que le permiten cazar al jugador. En específico, el director de Alien: Isolation es el encargado de gestionar el medidor de amenaza, el cual evalúa cuánta presión está sintiendo el jugador, a diferencia del medidor de intensidad de Left 4 Dead, en lugar de medir el peligro a través del daño o ataques de los enemigos, la amenaza está relacionada a la proximidad del Alien y la percepción de la tensión. Por lo tanto, el sistema quiere invocar periódicamente la amenaza al jugador, dirigiendo al Alien a un lugar concreto. En específico, el medidor aumenta si el Alien se encuentra a poca distancia del jugador, si el jugador tiene una vista real sobre el Alien y si el Alien está cerca del rastreador de movimiento con la posibilidad de alcanzar rápidamente al jugador (esto es importante, ya que el Alien puede estar cerca pero en otra habitación) [17].

Una parte importante del dinamismo del Alien, es que este posee un extenso árbol de comportamiento, el cual en un inicio se encuentra con secciones bloqueadas, pero a lo largo del juego y basado en el cumplimiento de ciertas condiciones, estas se van desbloqueando para que el Alien adquiriera nuevos rasgos que simulan un aprendizaje [17].

2.8. El abordaje ideal

Las inteligencias artificiales de los videojuegos anteriormente enseñados ilustran cómo un buen uso de una IA dinámica y director pueden ajustar diversos aspectos del juego para mantener la novedad en el comportamiento de los sistemas. La funcionalidad de estos no están ligados a un único propósito, su utilidad puede extenderse a una gran parte de las secciones de un videojuego.

Particularmente, es interesante el uso de estas estrategias para el control de un enemigo, tal como lo hace *Alien: Isolation*, ya que normalmente los sistemas como una IA Director, no controlan a un NPC a un nivel individual, sino que actúan como supervisores de grupos y de la estrategia general de la IA, ajustando la cantidad de enemigos y la frecuencia de los ataques para regular el agotamiento de los jugadores [18]. Es justamente este el enfoque que se debería popularizar dentro del desarrollo de un enemigo en un videojuego de suspenso. La visión de una IA Director y dinámica que deja de lado el control grupal y general de los sistemas, para pasar a la acción como un supervisor y accionador particular, tal como lo hace un sensor sofisticado, conlleva a la formulación de una herramienta que no solo analiza las acciones del jugador, sino que ocupa estas para alimentar con información al enemigo, conllevando a que este último pueda parecer más inteligente y amenazador. Justamente, un buen personaje de IA debe ser capaz de reaccionar a múltiples estímulos diferentes de una manera plausible. No reaccionar o reaccionar de una forma incorrecta puede romper la inmersión del jugador muy fácilmente [19].

3. Metodología

La metodología planteada para el desarrollo de este proyecto se estructura bajo un enfoque investigativo, centrado en responder a la hipótesis anteriormente planteada. En este contexto, el desarrollo del sistema de inteligencia artificial dinámico para el comportamiento de un enemigo en un videojuego de suspenso servirá como un instrumento necesario para el desarrollo de los experimentos.

El estudio, en concreto, buscará analizar los niveles de terror y presencia que el enemigo controlado por la IA dinámica causa al jugador comparado con una IA básica.

3.1. Conceptos a evaluar

Como se mencionó anteriormente, se priorizará la evaluación del terror y la presencia que el enemigo causa en el jugador, y por lo tanto debemos entender a qué nos referimos y cómo los evaluaremos. La validez de esta evaluación dependerá de los límites del dominio de los constructos a ser evaluados (terror y presencia en este caso) [20].

Terror

El terror como estado mental es una emoción disfórica, un sentimiento de pavor y repentina comprensión de que los acontecimientos de la vida pueden dar un giro extremadamente negativo. Se puede especificar mediante parámetros como la pérdida percibida de seguridad, la imprevisibilidad e incertidumbre, una intensa reacción emocional consecuyente y una hipersensibilidad a los estímulos desencadenantes [21].

En términos del terror del enemigo, podemos utilizar esta definición como el comportamiento deseado para desencadenar esta serie de parámetros en los sentimientos del jugador.

Presencia

La presencia estudia el fenómeno de actuar y sentir que estamos en el mundo creado por las pantallas de ordenador. En la presencia experimental, se indica que es un estado mental en el que un usuario se siente físicamente presente en un entorno creado mediante ordenador o como una forma de expresar la opinión común de que la presencia es la sensación de estar allí en el entorno virtual [22].

Considerando esto, podemos interpretar que cuando nos referimos a presencia del enemigo, es a la manera en que este está presente en nuestra partida, en como este nos enfrenta, en como este nos busca y en como este nos hace sentir mediante su riesgo de aparición.

Se podría decir que ambos conceptos, en su definición y aplicación, están fuertemente relacionados y prácticamente el buen manejo de uno potencia directamente al otro. Si el videojuego genera una baja presencia, el jugador se desconecta de la experiencia y no se siente verdaderamente dentro del mundo virtual. En este estado, la ilusión se rompe y el usuario es consciente de que solo está interactuando con un videojuego, lo que provoca que cualquier encuentro con el enemigo, por muy sorpresivo que sea, resulte en una reacción emocional fugaz. Por el contrario, cuando el enemigo muestra un comportamiento más creíble y orgánico, la presencia se mantiene alta. Esta inmersión es la que permite que el peligro se perciba como verdadero, logrando que el usuario experimente un auténtico terror frente a la amenaza. Por lo tanto, es correcto concluir que la calidad del comportamiento del NPC (enemigo en este caso) influye directamente en la satisfacción de los jugadores [23].

3.2. Metodologías de evaluación

La experiencia de usuario dentro de los videojuegos es uno de los factores más importantes para el éxito de estos, siendo, por el contrario, los juegos que normalmente no proporcionan una gran experiencia los que despiertan menos interés [24].

Para asegurar esta satisfacción normalmente los desarrolladores se toman una importante parte del tiempo probando el juego entre ellos y junto a un público general o específico según sus necesidades. Principalmente, dentro de las pruebas con público se usan distintas herramientas como cuestionarios para capturar las opiniones de los usuarios, siendo cada uno de estos documentos de evaluación distintos y adaptados según el propósito de los evaluadores. Por lo tanto, para escoger un cuestionario adecuado es importante analizar la utilidad de algunos.

PX

La experiencia del jugador (PX) es un término para referirse a la experiencia de usuario (UX) enfocada al área de los videojuegos. Aunque el término es un poco nebuloso y carece de una definición mucho más aceptada, este posee importantes características que considerar. La PX está compuesta por la experiencia psicológica, incluyendo conceptos como el flow, el aprendizaje, la inmersión/presencia, la diversión, el placer y el disfrute, centrándose en la experiencia que el jugador tiene al interactuar con el videojuego. Su objetivo es obtener información sobre qué elementos del juego garantizan una experiencia de jugador de calidad y dónde a su vez hay problemas [25].

GEQ

El cuestionario de Experiencia del Juego (GEQ) está diseñado para medir la experiencia humana de disfrute de los medios, los sentimientos y pensamientos que tienen los jugadores mientras o después de haber jugado. Para lograr su medición, este divide la evaluación en tres dimensiones, empezando por el Módulo principal, el cual evalúa la inmersión, el flow, la competencia, el afecto positivo, el afecto negativo, la tensión y el desafío. Luego pasa al Módulo de Presencia Social que investiga la implicación psicológica y conductual del jugador con otras entidades sociales, ya sean virtuales (NPC), mediadas (otros jugadores) o ubicadas en el mismo lugar. Finalmente, el Módulo Posterior al Juego evalúa cómo se sintieron los jugadores después de haber dejado de jugar [26].

PANAS-X

El cuestionario de Afecto Positivo y Negativo (PANAS) es una breve herramienta que contiene 10 ítems cada una, para medir el afecto positivo y negativo. PANAS-X es su versión expandida de 60 ítems que permite evaluar estados emocionales específicos, esto a través del uso de un nivel superior representado por las mediciones originales del PANAS (afecto positivo y negativo) y un nivel inferior, con 11 escalas de afectos específicos, siendo estos el miedo, la tristeza, la culpa, la hostilidad, la timidez, la fatiga, la sorpresa, la jovialidad, la auto-seguridad, la atención y la serenidad [27].

IEQ

El cuestionario de Inmersión (IEQ) es usado para evaluar la experiencia psicológica de la inmersión al interactuar con un videojuego. Este se elaboró a partir de los resultados de estudios previos sobre áreas relacionadas al flow, la absorción cognitiva y la presencia, contando con un total de 31 preguntas en total, divididas en atención básica (4 preguntas), disociación temporal (6 preguntas), transporte (6 preguntas), desafío (6 preguntas), implicación emocional (5 preguntas) y disfrute (4 preguntas), para las cuales se pide a los participantes calificar en una escala del 1 al 5, cómo se sintieron al finalizar el juego [28].

IPQ

El cuestionario de Presencia del Igroup (IPQ) es una escala de presencia de 13 ítems. Específicamente, este mide tres componentes psicológicos independientes, la presencia espacial, enfocada en el sentido de estar físicamente ubicado y actuar desde dentro del espacio virtual, la implicación, enfocada en el grado de concentración en el espacio virtual, y la realidad, enfocada en la comparación de lo virtual con el mundo real [29].

STAI

El inventario de Ansiedad-Estado y Rasgo de Spielberger, Gorsuch y Lus está diseñado para medir empíricamente los niveles de ansiedad en adultos normales frente a cambios temporales en el entorno que ocurren por fluctuaciones de un estado mo-

mentáneo que sufre el organismo. [30].

Como es evidente, cada uno de estos cuestionarios presenta aspectos fuertes en sus evaluaciones, pero a su vez difieren bastante entre ellos. Para la finalidad de esta investigación, se considera que los cuestionarios óptimos para medir el terror y la presencia de la IA dinámica en el enemigo vendrían a ser el PANAS-X para el terror, el IPQ para la presencia y el STAI para la ansiedad. Esto debido a la naturaleza de cada uno, donde el PANAS-X nos permite medir de mejor manera las emociones, el IPQ es un cuestionario enfocado en la presencia y el STAI presenta la posibilidad de analizar los cambios presentes durante la partida, que deberían ocasionar ansiedad en los jugadores. Ahora, es complicado usar todos a la vez de manera fiel, debido a cómo se estructura cada uno, por lo que y tomando en cuenta que anteriormente se mencionó que una presencia bien controlada crea el mejor terror, es mucho más pertinente ocupar el IPQ con la finalidad de medir la presencia y a su vez el terror se genera, el STAI modificado para ver un impacto más psicológico y un cuestionario propio para analizar la percepción de la IA. De esta manera conseguimos generar una batería de evaluación personalizada que nos permite conseguir la información necesaria.

3.3. IA implementada

La IA dinámica en The Malevolent se ha diseñado basado en el sistema que posee Alien: Isolation. Esta implementación opera en una capa superior a la del enemigo, con el propósito de gestionar el ritmo de la partida mediante el uso de un medidor de tensión. En específico, el comportamiento está dividido en una IA Director omnisciente y un Árbol de comportamiento (Behavior Tree) responsable del comportamiento del enemigo.

Esta separación de responsabilidades permite gestionar el ritmo de la partida mediante la manipulación en tiempo real de la tensión del jugador. Junto a esto, este sistema permite alternar entre una IA dinámica y una estática mediante una variable booleana que determina si se fija el nivel de tensión(al 50 %) o se deja libre, permitiendo los cálculos normales.

IA Director

La IA Director es el núcleo de este sistema dinámico, se implementó siguiendo un diseño de singleton para mantener un registro global accesible desde cualquier script del juego. Su función principal es calcular el nivel de tensión actual (con valores normalizados desde el 0 hasta el 100).

El diseño del modelo matemático no fue arbitrario, sino que se estructuró como una heurística adaptativa de suma ponderada, inspirada directamente en el análisis técnico del sistema de gestión de amenaza de Alien: Isolation. El medidor de tensión en de dicho título responde a factores como la línea de visión directa, la distancia transitable entre el jugador y el Alien, y los estímulos del detector de movimiento [31].

Para la asignación y ajuste de los pesos asignados a cada variable se consideraron diferentes distribuciones mediante afirmaciones teóricas. La configuración final (50 % Visión, 30 % Distancia y 20 % Acciones) se determinó al constatar que priorizaba el avistamiento visual como un estímulo de mayor impacto, donde existe un estado de vulnerabilidad mayor con un riesgo cercano al peligro (inicio del estado de persecución), mientras permite que la distancia represente una proximidad física que genera un riesgo pasivo el cual podría dejar sin opciones de escape al jugador, y finalmente las acciones como el uso de la linterna o la emisión de ruidos recibió la menor ponderación debido a que son variables que si bien delatan la posición y aumentan la alerta, no significan una amenaza letal por sí solas.

La tensión base del sistema se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T_b = W_v \cdot V + W_d \left(1 - \frac{d}{d_{max}}\right) + W_a \cdot A \quad (3.1)$$

Donde:

- T_b = Tensión Base (de 0 a 1).
- W_v, W_d, W_a = Pesos asignados a la Visión (50 %), Distancia (30 %) y Acciones (20 %).
- V = Factor de Visión (1 si es visto, 0 si no).
- d = Distancia actual del enemigo.

- d_{max} = Distancia máxima definida.
- A = Factor de Acciones del jugador (ruido, linterna, etc.).

Una vez obtenida la tensión base, se aplica el factor de amenaza para obtener la tensión final:

$$T_f = T_b(1 + a \cdot M) \quad (3.2)$$

Donde:

- T_f = Tensión Final aplicada al sistema.
- T_b = Resultado de la primera fórmula (Tensión Base).
- a = Factor amplificador (el porcentaje máximo extra que puede aportar la amenaza).
- M = Medidor de amenaza actual o nivel de agresividad (normalizado de 0 a 1 según los objetos recogidos).

A pesar de la inclusión de estas formulas para calcular la tensión, existen escenarios en los que comportamientos y cálculos adicionales deben ser aplicados para complementar un buen rendimiento.

- **Visión:** Si el enemigo ve al jugador e inicia la persecución, se ignoran los cálculos y la tensión sube inmediatamente al 100 %, forzando una escala máxima de peligro.
- **Distancia espacial:** Se evalúa la distancia lineal entre el enemigo y el jugador. Cuando este último esté en un rango de entre 20 a 40 metros, el Director se encarga de multiplicar la velocidad del enemigo progresivamente hasta un máximo de 160 % a los 40 metros, para asegurar que este no se quede atrás del jugador, actuando como una banda elástica.
- **Sistema anti-camping:** Para evitar que un jugador se quede totalmente quieto en una sola ubicación, si el jugador permanece 15 segundos sin cambiar su posición, el director fuerza una señal de ruido en su ubicación para dirigir al enemigo.

Comportamiento del enemigo

El enemigo posee un Behavior Tree con 4 comportamientos básicos que le permiten reaccionar ante las acciones del jugador.

Los cálculos de tensión hechos por el Director son interpretados por el Behavior Tree del enemigo, usando estos valores para adaptar su comportamiento.

- **Patrullaje:** Al patrullar, el enemigo divide su comportamiento en 3 partes. Cuando la tensión es alta existe un patrullaje aleatorio por el mapa, ajustando sus objetivos de manera continua dentro de una dona imaginaria que está anclada a él. Cuando la tensión es baja, el ancla de la dona pasa a ser el jugador y el radio de esta se va cerrando continuamente hasta un límite establecido. Finalmente, el Director actúa cuando se registra un ruido reciente, actualizando el centro de patrullaje a la señal del ruido, considerando un temporizador de vida para este mismo, el cual al finalizar permite volver a uno de las dos partes del comportamiento anteriormente mencionadas.
- **Persecución:** Este se activa mediante un Raycast que da valor positivo a una variable para iniciar un estado en el cual el enemigo actualiza su velocidad, sonido y destino, enfocado en ir directamente hacia el jugador. Dentro de este estado el campo de visión y sonido también son ampliados para mantener un seguimiento más agresivo al jugador. Si el jugador escapa de la visión dentro de un margen de tiempo, el estado se da por finalizado.
- **Teletransportación:** La activación de este comportamiento varia según el nivel de tensión. Cuando la tensión es alta, el enemigo activa su teletransportación basado en el cumplimiento de dos escenarios, una distancia de 40 metros en valores navmesh y un temporizador de 40 segundos que no aumenta su valor si la teletransportación no se activa. Cuando la tensión es baja, el enemigo activa su teletransportación basado en el cumplimiento de otros dos escenarios, una distancia de 40 metros en valores navmesh y una cantidad aleatoria de objetos recogidos de entre 1 a 3.
- **Ataque:** Si el jugador entra en un rango mínimo de distancia con el enemigo, este último ejecuta una animación, activa el audio final y termina la partida.

3.4. Experimento

Definir el cuestionario a aplicar no basta para realizar un experimento, debido a que este debe tener una situación a la cual aplicarse. Para lograr comprobar la hipótesis, debemos tener un videojuego de suspenso, en el que existan dos versiones de la IA del enemigo, una IA dinámica y una IA básica. Para este propósito se desarrolló un sistema de inteligencia artificial dinámico para el comportamiento del enemigo en el videojuego de suspenso *The Malevolent*, posible de encontrar en <https://github.com/KevinATJ/the-malevolent-unity>, que servirá como caso de estudio. En este juego Open Source, el jugador toma el papel de un periodista que investiga un caso de negligencia médica que resultó en la muerte de una mujer hace cinco años. Para ilustrar la perspectiva y atmósfera del juego, la figura 3.1 presenta una captura del juego, y se ha dispuesto una demostración en video del gameplay en el siguiente enlace: <https://drive.google.com/file/d/18kn5QpE-9YxR6pP9A74jB0vbw4KAmDsl/view?usp=sharing>

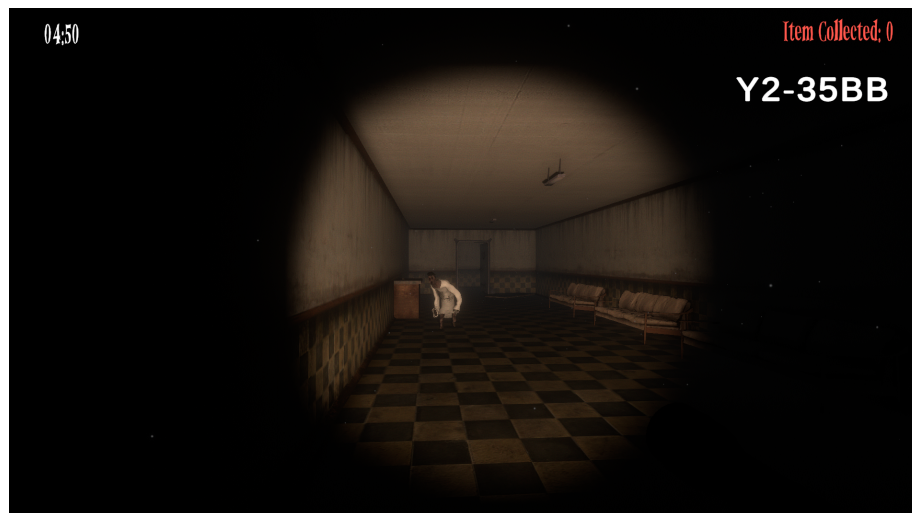


Figura 3.1: Captura de pantalla de *The Malevolent* enseñando al enemigo mientras persigue al jugador.

Una vez desarrollada la IA dinámica para el enemigo, se separó el juego en las dos versiones de IA anteriormente mencionadas. El propósito de esto es permitir que dos grupos de 28 personas cada uno, con previas experiencias en videojuegos de suspenso o similar, puedan probar el juego sin saber de antemano que versión es la que están

jugando.

Para definir la cantidad de participantes se utilizó el software gratuito G*Power, bajo un t-test para muestras independientes (usado para comparar las medias obtenidas por dos grupos distintos que no tienen relación entre sí), con un análisis a priori (garantiza un correcto volumen de participantes antes de la recolección de datos), un enfoque a una cola (se usa cuando la hipótesis teórica predice un resultado específico por sobre otro), un tamaño de efecto de 0.8 (clasifica la magnitud de efecto esperado como grande, considerando la diferencia de ambos grupos, independiente de su cantidad), un $\alpha = 0,05$ (probabilidad máxima aceptada para cometer un error de falso positivo, fijando en este caso, el error en un 5 %), un poder estadístico de 0.90 (probabilidad de que la prueba detecte una diferencia real si es que existe), y un equilibrio de grupos de 1 (ambos grupos deben tener la misma cantidad de participantes).

Posteriormente al test, se les redirigirá a un cuestionario virtual para evaluar la inmersión, terror y presencia, y el comportamiento de la IA en el videojuego (cuya estructura y preguntas se detallan en el Apéndice B). Una vez conseguidas las respuestas de ambos grupos, se hará una comparación de los resultados de estas y finalmente se concluirá para comprobar la hipótesis.

En específico, los requisitos para participar serán, hablar español y/o inglés, ser mayor de 18 años, tener experiencia con videojuegos de suspenso o géneros similares, y firmar un consentimiento informado, a fin de confirmar que se comprenden los objetivos del estudio, la naturaleza de su participación y los datos que serán evaluados (una versión preliminar de este documento se encuentra disponible en los apéndices). Por otro lado, el proceso de evaluación/duración de la etapa de test, será de aproximadamente 2 semanas, siendo todo este proceso de manera online, donde las instrucciones, consentimiento y el mismo juego se encontrarán dentro de un archivo .zip, facilitado a los interesados en participar.

3.5. Carta Gantt

A modo de planificación, se ha desarrollado una carta Gantt que evidencia los trabajos presentes y futuros del proyecto, considerando el intervalo de tiempo que cada uno debería tener o tuvo.

4. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de los 23 participantes de las pruebas nos permiten analizar el desempeño de ambas variables de Inteligencia Artificial, comparando la IA Dinámica (Grupo Experimental) con la IA Estática (Grupo de Control). Es importante mencionar que, si bien el análisis a priori estimó un tamaño de 56 participantes, los plazos relacionados a la investigación requirieron el cierre anticipado del reclutamiento, concluyendo en el análisis sobre los 23 voluntarios obtenidos.

Para poder evaluar las respuestas y determinar la existencia de diferencias, se aplicó un análisis de ítem por ítem. Debido al tamaño de las muestras y a que estas presentaban varianzas desiguales se aplicó una prueba estadística llamada T de Welch (una adaptación de la prueba T-Student para muestras independientes), utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

En paralelo a esto, algunas de las preguntas fueron unidas en grupos, específicamente la pregunta 2 con la 5, y la pregunta 6 con la 10, debido a la similitud de sus cuestionamientos. Para validar la agrupación de estas dimensiones se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach para medir la fiabilidad de estos grupos de preguntas, resultando en un $\alpha = 0,65$ para el grupo 2 con 5 y un $\alpha = 0,75$ para el grupo 6 con 10. Estos índices resultan lo suficientemente altos para considerar su consolidación como estadísticamente válida.

La Tabla 4.1 muestra los resultados del experimento, enseñando las medias y varianzas de ambos grupos, y destacando las diferencias estadísticamente significativas.

Pregunta(s)	Grupo Experimental (Media $\pm$ Varianza)	Grupo de Control (Media $\pm$ Varianza)	Valor p
1	5.64 $\pm$ 1.45	4.25 $\pm$ 2.93	0,0353
2 y 5	3.91 $\pm$ 1.09	4.33 $\pm$ 1.70	0.3970
3	5.45 $\pm$ 2.27	5.67 $\pm$ 2.61	0.7478
4	4.82 $\pm$ 1.76	4.42 $\pm$ 2.63	0.5216
6 y 10	3.73 $\pm$ 0.37	3.88 $\pm$ 0.28	0.5419
7	4.45 $\pm$ 1.47	3.83 $\pm$ 4.15	0.3816
8	5.09 $\pm$ 1.49	4.50 $\pm$ 2.82	0.3432
9	5.09 $\pm$ 1.09	4.17 $\pm$ 1.42	0.0610
11	3.27 $\pm$ 3.02	4.08 $\pm$ 4.27	0.3188
12	3.00 $\pm$ 2.60	2.58 $\pm$ 1.72	0.5069
13	2.00 $\pm$ 0.60	2.00 $\pm$ 1.45	1.0000
14	5.00 $\pm$ 2.00	4.67 $\pm$ 1.88	0.5728
15	3.73 $\pm$ 0.22	3.33 $\pm$ 0.61	0.1545
16	3.64 $\pm$ 0.25	3.25 $\pm$ 0.75	0.2033
17	1.36 $\pm$ 0.25	1.67 $\pm$ 0.42	0.2244
18	3.00 $\pm$ 1.60	3.25 $\pm$ 0.75	0.5905
19	2.91 $\pm$ 0.69	2.83 $\pm$ 1.06	0.8474
20	3.27 $\pm$ 0.62	3.08 $\pm$ 0.81	0.5960
21	5.18 $\pm$ 1.76	5.08 $\pm$ 3.90	0.8891
22	5.55 $\pm$ 2.07	4.17 $\pm$ 4.15	0.0740
23	5.27 $\pm$ 2.02	4.83 $\pm$ 4.33	0.5584
24	6.27 $\pm$ 0.62	5.17 $\pm$ 1.61	0,0203
25	5.55 $\pm$ 2.07	5.25 $\pm$ 3.48	0.6737

Tabla 4.1: Resultados de las pruebas T de Welch. Los valores significativos ($p < 0,05$) se ven resaltados en negrita.

Al observar la tabla podemos identificar promedios superiores y una mayor estabilidad (menor varianza) a favor del Grupo Experimental en la mayoría de las preguntas. Aunque esto parece demostrar que existe una ventaja de efecto y balance con respecto al Grupo de Control, su tamaño general no es el suficiente para denotar una inclinación significativa. Por otro lado, la pregunta 24, que evalúa si el comportamiento del enemigo aumentó la inmersión y temor, obtuvo el valor p más bajo del experimento (**0,0203**), demostrando que la interacción con la IA dinámica es un buen motor para la inmersión. Este efecto se extiende a la consciencia del jugador, debido a que la pregunta 1, que evalúa el nivel de consciencia del jugador sobre el mundo real mientras jugaba, presenta un valor $p = \mathbf{0,0353}$, demostrando que la IA Dinámica logró aislar significativamente al usuario de su entorno real.

Adicionalmente, la pregunta 9, que cuestiona si el jugador sintió que el mundo virtual lo rodeaba, obtuvo un $p = 0,0610$, y la pregunta 22, referente a si el jugador notó que el enemigo adaptaba su búsqueda a sus acciones, obtuvo un $p = 0,0740$. Al estar ambas por debajo del umbral de 0,10, se consideran como tendencias estadísticas. Si bien estos resultados particulares no permiten concluir un veredicto absoluto con la muestra actual, demuestran un acercamiento importante que respalda los cuestionamientos y la hipótesis de la investigación.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos a través de esta investigación indican que la implementación de un sistema dinámico, haciendo uso de una IA Director, ofrece una experiencia superior y más estable que el uso de un sistema estático con comportamientos predefinidos dentro de un videojuego de suspenso. Sin embargo, al contrastar los datos con la hipótesis planteada, se concluye que esta se cumple de manera parcial.

Por un lado, el análisis estadístico demostró victorias irrefutables a favor del sistema dinámico. Los participantes del grupo experimental percibieron de manera significativa ($p = 0,0203$) que la interactividad y el comportamiento adaptativo del enemigo fueron importantes para su inmersión. Este nivel fue tal, que el sistema logró aislar a los usuarios de su entorno real con un éxito evidente ($p = 0,0353$). Esto confirma que, desde una perspectiva de diseño, abandonar los patrones predefinidos en favor de un comportamiento más dinámico incrementa drásticamente la presencia espacial percibida por el jugador.

Por otro lado, aunque el Grupo Experimental superó al Grupo de Control en casi todas las métricas evaluadas, los índices relacionados puramente a la generación de terror no alcanzaron la significancia estadística. Esta falta de confirmación no descarta la eficacia del sistema dinámico, pero indica que aunque los resultados marcan un buen camino, se requiere mayor robustez para una validación definitiva.

A partir de estos descubrimientos, se concluye que la Inteligencia Artificial Dinámica es una muy buena herramienta de diseño y justificable para mantener la tensión y mejorar la inmersión en juegos de suspenso, pero su capacidad para generar terror puede requerir de aspectos externos que exceden los entregados exclusivamente por el comportamiento del enemigo.

5.1. Trabajo futuro

El experimento realizado y su análisis conllevaron resultados aceptables, si bien se notó una media consistentemente superior en todos los aspectos a favor de la IA dinámica, la cantidad de participantes no fue la deseada, siendo 23 participantes de los 56 esperados, limitando la obtención de resultados más amplios. Como primer trabajo futuro, es necesario escalar este experimento a la cantidad de personas necesarias para obtener una comparativa mucho más justificada.

Asimismo, enfocado en la calidad de la IA dinámica y estática, existe un amplio margen de mejora. En futuras investigaciones se podría explorar la integración de más comportamientos en el enemigo para ambas IAs, sin embargo, más específicamente, el director de la IA dinámica podría no solo mejorar sus cálculos de tensión y toma de decisiones a favor de estos, sino que, debería poder afectar al ambiente de una partida.

Bibliografía

- [1] Steve Rabin. The illusion of intelligence. In *Game AI Pro 3*, pages 3–9. AK Peters/CRC Press, 2017.
- [2] Edirlei Soares De Lima, Bruno MC Silva, and Gabriel Teixeira Galam. Adaptive virtual reality horror games based on machine learning and player modeling. *Entertainment Computing*, 43:100515, 2022.
- [3] Nick Statt. How artificial intelligence will revolutionize the way video games are developed and played. *The Verge*, 6, 2019.
- [4] Tommy Thompson. Revisiting the AI of Alien: Isolation. *Game Developer*, 2020. <https://www.aiandgames.com/p/revisiting-alien-isolation>.
- [5] Georgios N Yannakakis and Julian Togelius. *Artificial intelligence and games*, volume 2. Springer, 2018.
- [6] Michele Colledanchise and Petter Ögren. *Behavior trees in robotics and AI: An introduction*. CRC Press, 2018.
- [7] Jeff Orkin. Three states and a plan: the ai of fear. In *Game developers conference*, volume 2006, page 4. CMP Game Group SanJose, California, 2006.
- [8] Kutluhan Erol, James A Hendler, and Dana S Nau. Umcp: A sound and complete procedure for hierarchical task-network planning. In *Aips*, volume 94, pages 249–254, 1994.
- [9] Carlos Rodríguez Sutil. ¿qué es una emoción? teoría relacional de las emociones. *Clínica e Investigación relacional*, 7(2):348–372, 2013.

- [10] Inés Küster Boluda and Vicente Castillo Lozoya. Efectos de los videojuegos en las marcas emplazadas: la transmisión de emociones. *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC*, 16(1):29–58, 2012.
- [11] Ying Zhu. A theoretical framework for managing suspense in games. In *2021 IEEE Conference on Games (CoG)*, pages 1–4. IEEE, 2021.
- [12] Penelope Sweetser and Janet Wiles. Current ai in games: A review. *Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems*, 8(1):24–42, 2002.
- [13] K Yu Kristen, Matthew Guzdial, Nathan R Sturtevant, Morgan Cselinacz, Chris Corfe, Izzy Hubert Lyall, and Chris Smith. Adventures of ai directors early in the development of nightingale. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*, volume 18, pages 70–77, 2022.
- [14] Benjamin Bladh and Mindaugas Usakauskas. Ai director vs. no director: Evaluating dynamic difficulty in a dungeon crawler, 2025. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2>
- [15] Tommy Thompson. Ai 101: Managing the experience with director ai, January 2025. Accessed: 2025-11-06.
- [16] Left 4 Dead Wiki. The Director. https://left4dead.fandom.com/wiki/The_Director, 2025.
- [17] Tommy Thompson. The perfect organism: The ai of alien: Isolation. *Gamasutra*. Available online: https://gamasutra.com/blogs/TommyThompson/20171031/308027/The_Perfect_Organism_The_AI_of_Alien_Isolation.php (accessed on 2 July 2018), 2017.
- [18] Anastasiia Zhadan. Artificial intelligence adaptation in video games, 2018. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2>
- [19] Sergio Ocio Barriales. But, it worked on my machine! how to build robust ai for your game. In *Game AI Pro 3*, pages 73–83. AK Peters/CRC Press, 2017.
- [20] Samuel Messick. Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons’ responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American psychologist*, 50(9):741, 1995.

- [21] Alina Gutoreva and Sarah L Olin. Cognitive causes of the mental state of terror and their link to mental health outcomes. *Journal of Health Psychology*, 29(14):1704–1718, 2024.
- [22] Maria V Sanchez-Vives and Mel Slater. From presence towards consciousness. In *8th Annual Conference for the Scientific Study of Consciousness*, 2004.
- [23] Hendrawan Armanto, Harits Ar Rosyid, et al. Improved non-player character (npc) behavior using evolutionary algorithm—a systematic review. *Entertainment Computing*, 52:100875, 2025.
- [24] Kimberly Chu, Chui Yin Wong, and Chee Weng Khong. Methodologies for evaluating player experience in game play. In *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 118–122. Springer, 2011.
- [25] Lennart Nacke and Anders Drachen. Towards a framework of player experience research. In *Proceedings of the second international workshop on evaluating player experience in games at FDG*, volume 11, pages 1–7. ACM Bordeaux, France, 2011.
- [26] Wijnand A IJsselsteijn, Yvonne AW De Kort, and Karolien Poels. The game experience questionnaire. 2013.
- [27] David Watson and Lee Anna Clark. The panas-x: Manual for the positive and negative affect schedule-expanded form. 1994.
- [28] Charlene Jennett, Anna L Cox, Paul Cairns, Samira Dhoparee, Andrew Epps, Tim Tijs, and Alison Walton. Measuring and defining the experience of immersion in games. *International journal of human-computer studies*, 66(9):641–661, 2008.
- [29] Thomas Schubert, Frank Friedmann, and Holger Regenbrecht. The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(3):266–281, 2001.
- [30] Richard L Metzger. A reliability and validity study of the state-trait anxiety inventory. *Journal of Clinical Psychology*, 32(2), 1976.
- [31] Tommy Thompson. The perfect organism: The ai of alien: Isolation, 2017.

A. Consentimiento informado

Válido desde: 2026 (por definir) **Hasta:** 2026 (por definir)

Título del Proyecto: Inteligencia artificial dinámica para el comportamiento de enemigos en videojuegos de suspenso

Estimado Sr. (Sra.):

El propósito de este documento es entregarle toda la información necesaria para que usted pueda **DECIDIR LIBREMENTE SI DESEA PARTICIPAR en la INVESTIGACIÓN** que se le ha explicado verbalmente, y que a continuación se describe en forma resumida. Recuerde que debe firmar 2 copias, una es para usted y la otra para el equipo investigador.

Descripción del estudio y objetivos

Este estudio tiene como objetivo evaluar cómo varía la sensación de terror y presencia que produce el enemigo en un videojuego de suspenso dependiendo del tipo de inteligencia artificial que controle su comportamiento. Con esto, se busca determinar si la IA dinámica, en comparación a una IA básica, genera una mejor experiencia de terror y presencia al jugador. Los resultados de este experimento podrán aportar al desarrollo y normalización de la aplicación de mejores técnicas de inteligencia artificial dentro de los videojuegos, beneficiando futuros proyectos y a probablemente, la industria en general.

Beneficios

Este estudio no ofrece beneficios directos para el/la participante. Sin embargo, su participación contribuirá al avance del diseño responsable de sistemas de inteligencia artificial en el enemigo de los videojuegos de suspenso, debido a que la información recopilada podrá apoyar a investigaciones y aplicaciones futuras.

Procedimientos

- Se requiere la participación de 56 voluntarios/as, divididos equitativamente en dos grupos de 28 personas cada uno.
Los/as participantes deben ser mayores de 18 años, hablar español y/o inglés, y tener experiencia previa en videojuegos de suspenso o géneros similares.
- El participante jugará una partida del videojuego *The Malevolent* en una de sus dos versiones (IA básica o IA dinámica) sin ser informado de qué versión se está probando.
- Tras completar la experiencia, será redirigido/a a una encuesta IPQ modificada, diseñada para evaluar su sensación de terror y presencia durante la interacción con el enemigo.

Riesgos y molestias

Los riesgos asociados a esta investigación son mínimos y variables según el usuario. El videojuego cuenta con elementos de suspenso y terror, por lo tanto, podría ser probable que se experimenten sobresaltos y ligero estrés durante la sesión de juego.

Costos

No se presentan costos asociados a la participación de este estudio.

Compensaciones

No se presentan compensaciones físicas por la participación en esta investigación.

Confidencialidad

Los datos solicitados serán mínimos, bastando con la edad y nombre del participante. Estos datos serán únicamente usados para la organización y validación de la información recolectada.

Destino del material obtenido

Los datos obtenidos serán usados para un posterior análisis, en el cual se espera comprobar la hipótesis que guía a este estudio.

Comunicación de resultados

Los resultados no serán comunicados directamente a cada participante, sin embargo, estarán disponibles a todo público una vez se termine la investigación.

Contacto con el investigador y CEC

El investigador se encontrará disponible desde las 09:00-18:00 horas, mediante WhatsApp +569 4787 3192 o mediante correo Kevintjara@gmail.com.

Para contactar con el Comité Ético Científico de la Universidad de Talca. A saber, correo electrónico: cec@utalca.cl; teléfono: 71-2203065; Horario de atención de lunes a jueves: de 09:30-13:00 y de 14:30-16:00 horas.

Desde ya muchas gracias, saluda cordialmente a usted. **Kevin Troncoso Jara**

Declaraciones del Participante

1. He recibido una explicación satisfactoria sobre el propósito de la investigación la cual consiste en el análisis del impacto de una IA dinámica frente a una IA básica en el enemigo de un videojuego de suspenso, así como el posible impacto en el diseño de sistemas de inteligencia artificial en futuros proyectos.
2. He sido informado/a sobre las eventuales molestias, incomodidades y riesgos de mi participación en la investigación.

3. He sido también informado/a que los procedimientos que se realicen no implican un costo que yo deba asumir, mi participación en el procedimiento no involucra un costo económico alguno para mí.
4. Estoy en pleno conocimiento de que la información obtenida será manejada de manera absolutamente confidencial, esto significa que sólo el equipo investigador tendrá acceso a mis datos y nadie más. En caso de que la información obtenida del estudio sea publicada ésta se mantendrá anónima, ello significa que no aparecerá ningún dato con el que puedan identificarme en libros, revistas y otros medios de publicidad derivadas de la investigación ya descrita.
5. Sé que la **DECISIÓN** de participar en esta investigación, es **ABSOLUTAMENTE VOLUNTARIA**. Si no deseo participar en ella, o una vez iniciada la investigación no deseo seguir colaborando, puedo hacerlo sin tener que dar ninguna explicación. Para esto último solo debo contactarme con el investigador y avisar la situación.
6. Adicionalmente, el investigador Kevin Troncoso Jara con correo Kevintjara@gmail.com, número de teléfono +569 4787 3192 y horario 09:00 - 18:00 horas, ha manifestado su voluntad de aclarar cualquier duda que me surja, antes, durante y después de mi participación en la actividad.
7. También puedo contactarme con el Comité Ético Científico de la Universidad de Talca (cec@utalca.cl, Teléfono 71-2-203065. Lunes a jueves: de 09:30-13:00 y de 14:30-16:00).

Aceptación

He leído el documento, las declaraciones contienen una explicación satisfactoria sobre mi participación en la investigación y sobre la necesidad de hacer constar mi consentimiento, para lo cual firmo libre y voluntariamente, recibiendo en el acto copia de este documento ya firmado.

Yo, _____, de edad _____, **ACEPTO** participar en la investigación titulada: Inteligencia artificial dinámica para el comportamiento de enemigos en videojuegos de suspenso, y **AUTORIZO** al señor(a) _____ investigador(a) responsable del proyecto cuya identidad consta al pie del presente documento, para realizar el(los) procedimiento(s) requerido(s) por el proyecto de investigación descrito.

Fecha: _____ Hora: _____

Firma de la persona que consiente: _____

Investigador responsable: _____ **Firma:** _____

Rechazo

He leído el documento y las declaraciones contienen una explicación satisfactoria sobre la investigación. Sin embargo, rechazo otorgar mi consentimiento, para cual firmo libre y voluntariamente el siguiente documento, recibiendo en el acto copia de éste ya firmado.

Yo, _____, de edad _____, **RECHAZO** participar en la investigación titulada: Inteligencia artificial dinámica para el comportamiento de enemigos en videojuegos de suspenso, y **NO AUTORIZO** al señor(a) _____ investigador(a) responsable del proyecto cuya identidad consta al pie del presente documento, para realizar el(los) procedimiento(s) requerido(s) por el proyecto de investigación descrito.

Fecha: _____ Hora: _____

Firma del participante: _____

Revocación

Mediante la presente revoco lo anteriormente firmado, para lo cual firmo este nuevo documento libre y voluntariamente, recibiendo en el acto copia de este documento ya firmado.

Yo, _____, de edad _____,
REVOCO lo anteriormente afirmado.

Fecha: _____ Hora: _____

Firma del participante: _____

B. Cuestionario de Evaluación

El cuestionario utilizado para medir la experiencia de los participantes fue implementado de manera digital a través de la plataforma Google Forms. El formulario original puede ser consultado en el siguiente enlace: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdEOHPEWi7yWnL7uwmSoDVN-AtD10nuIc_S60mMSQWtJJiLPQ/viewform?usp=sharing&ouid=116290013866180557955.

A continuación, se detalla la estructura exacta y los ítems presentados a los usuarios durante la investigación.

Sección 1: Datos de Test

Se le pidió al usuario ingresar sus datos básicos y el código presente en su pantalla durante el test para validar los requisitos mínimos del cuestionario.

- ¿Es su primera vez probando el videojuego? (Sí / No)
- Nombre
- Edad
- Código de test

Sección 2: Presencia Espacial e Inmersión

Instrucción dada al usuario: Indica en qué medida cada afirmación se aplica a tu experiencia en el juego.

Los participantes evaluaron los siguientes ítems en una escala de Likert de 7 puntos (ej: 1 = Extremadamente consciente / 7 = Nada consciente):

1. ¿Qué tan consciente fuiste del mundo real que te rodeaba mientras navegabas en el mundo virtual? (ej. sonidos, temperatura, otras personas, etc.)
2. ¿Qué tan real te pareció el mundo virtual?
3. Tuve la sensación de actuar en el espacio virtual, en lugar de operar algo desde afuera.
4. ¿Qué tan consistente pareció tu experiencia en el entorno virtual con tu experiencia en el mundo real?
5. ¿Qué tan real te pareció el mundo virtual? (aquí se pusieron las opciones a responder de manera diferente a la segunda pregunta)
6. No me sentí presente en el espacio virtual.
7. No era consciente de mi entorno real.
8. En el mundo generado por computadora tuve la sensación de estar ahí.
9. De alguna manera sentí que el mundo virtual me rodeaba.
10. Me sentí presente en el espacio virtual.
11. Todavía prestaba atención al entorno real.
12. El mundo virtual parecía más realista que el mundo real.
13. Sentí como si solo estuviera percibiendo imágenes.
14. Fui completamente cautivado por el mundo virtual.

Sección 3: Estado Emocional y Tensión (STAI / Ad-hoc)

Instrucción dada al usuario: Lee cada frase y selecciona la opción que mejor describa cómo te sentiste durante la partida y al ser acechado por el enemigo.

Los participantes evaluaron su estado emocional en una escala de Likert de 4 puntos (1 = Nada / 4 = Mucho):

15. Me sentí tenso/a o bajo presión.

16. Me sentí asustado/a.
17. Me sentí relajado/a mientras exploraba.
18. Estuve preocupado/a por cometer un error y ser descubierto.
19. Sentí que mi nivel de estrés y ansiedad aumentó significativamente.
20. Me sentí acorralado/a o en constante peligro.

Sección 4: Percepción del Enemigo

Instrucción dada al usuario: Las siguientes afirmaciones evalúan tu percepción sobre el comportamiento del enemigo. Indica tu nivel de acuerdo con cada frase.

Los participantes evaluaron el comportamiento del enemigo en una escala de Likert de 7 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo / 7 = Totalmente de acuerdo):

21. El comportamiento y las rutas de patrullaje del enemigo me resultaron impredecibles.
22. Sentí que el enemigo adaptaba su búsqueda dependiendo de mis acciones (como mis ruidos o posición).
23. Tuve la sensación de estar siendo cazado activamente por una entidad inteligente, en lugar de enfrentar a un obstáculo programado.
24. El comportamiento del enemigo aumentó significativamente mi inmersión y temor en el juego.
25. Sentí que era inútil intentar memorizar los movimientos del enemigo para sobrevivir.