



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación  
Centro de Computación Gráfica

Mimic: Juego Serio de Concienciación Ciudadana

Trabajo especial de grado en la Lic. de Computación

**Autor:** Pedro A. Fernandes

**Tutor:** Esmitt Ramírez

Caracas, 14 / 10 / 2016



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación  
Centro de Computación Gráfica

### ACTA

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Computación, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “**Mimic: Juego serio de concienciación ciudadana**”, presentado por el Br. Pedro Alejandro Fernandes Olarte, portador de la cédula de identidad número V21.536.559, a los fines de optar al título de **Licenciado en Computación**, dejamos constancia de lo siguiente:

Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 24 de octubre de 2016, a las 8:00 horas, para que el autor lo defendiera en forma pública. Hecho acontecido en la Sala I de la Escuela de Computación, mediante una presentación oral de su contenido, luego de lo cual el autor respondió a las preguntas formuladas. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el jurado decidió aprobar con una nota de 20 puntos.

En fe del levantamiento de la presente Acta, en Caracas el día 24 de octubre de 2016:

Prof. Esmitt Ramirez

(Tutor)

Profa. Vanessa Leguizamo

(Jurado)

Prof. Francisco Sans

(Jurado)

*Para ti, mamá, que durante más de 23 años has estado apoyándome desde una curiosa mezcla de deber y amor.  
Que este trabajo especial de grado sirva de llave para cerrar aquellos polvorientos capítulos y abrir los nuevos y  
brillantes que están por llegar.*

# Agradecimientos

A mis amigos, que desde aquellos días en el liceo han estado ahí para apoyarme de la mejor forma que han podido. Gracias por tantos años de sincera amistad y justo apoyo; sus comentarios y opiniones siempre fueron bien recibidos y necesarios para orientar estas líneas y las horas de desarrollo de Mimic hacia lo que hoy es.

A Andreina y su familia, por abrirme sus puertas cuando más lo necesité. Su apoyo y humildad son valores que desde la quietud han demostrado con creces. Su aporte a este trabajo ha sido sencillamente inestimable.

A Citi y toda la familia que la compone –pasado y presente-, que me ha visto y acompañado a crecer desde el primer día: Jacqueline, Ana, Steve, Isaac, Liliana, Vanessa, a todo el grupo de Project Managers, usuarios y Amits. ¡Gracias por tanto!

A la Universidad Central de Venezuela y todos sus profesores, sus pasillos, estudiantes, mascotas y despropósitos. Son ejemplo de constancia y vocación, un eco de una vida distinta y posible que aun hoy es objeto de gran inspiración.

A Pablo y Alejandro, personas indudablemente motivantes con grandes ideas y conocimiento, el mayor de los éxitos en sus nuevas vidas y etapas más allá de la DTIC. De igual forma, a todo el personal que lo conformaba y siempre con su buen humor estaban ahí para preguntar sobre los avances y progresos de la investigación.

A mi tutor, por tomarse el tiempo y estar siempre dispuesto a explicar lo necesario y un poco más en el desarrollo, sentido y orientación de este trabajo. Así como a todos los profesores del Centro de Computación Gráfica ¡Su conocimiento y experiencia son un punto de admiración constante!

A Maggy, por haber sido no solo un pilar de apoyo y luz en los días difíciles y los no tanto. Tu alegría y ocurrencia siempre fueron motivo del conflicto saludable. ¡Gracias por tanto!

A Luz y Gabriela, porque desde sus ángulos han representado un punto de vista enriquecedor en la realización de este trabajo y el desarrollo de mi carrera en general. Gracias por el apoyo y los días de estudio, sea porque no recordara nada o porque de su explicación obtuviera mejores calificaciones. Sé que lo entenderán.

A Yanairé, porque has sido no solo un apoyo enorme y paciente desde el primer día, sino que has acompañado tenazmente los momentos más complicados y difíciles en la realización de este trabajo. Desde tu vida y tu experiencia hasta tu locura espontánea, gracias por tanto.

A Aura y Daniel, por ser grandes factores de cambio que me han impulsado hasta lo que soy hoy. Por la paciencia y la dirección. Este trabajo sería sencillamente distinto sin su participación.

# Resumen

## **Mimic: Juego serio de concienciación ciudadana**

Una aproximación consistente en un videojuego serio al problema de las faltas civiles a los códigos de convivencia en las ciudades. La propuesta consiste en poner al jugador en el papel de un ciudadano que debe cumplir con varios objetivos asociados a su vida. Cuando el ciudadano incurre en infracciones a los códigos de convivencia, el juego responde imitando su comportamiento y dificultando su avance, de manera que se influya al jugador en concluir que sus acciones están afectando al entorno y en definitiva a él mismo.

El trabajo de grado busca analizar como una propuesta en un soporte digital –como lo es el videojuego- puede impactar en el comportamiento del jugador y a su vez entregar un mensaje de concienciación.

**Palabras clave:** Imitación, concienciación, convivencia.

# Índice

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>TABLA DE TABLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>TABLA DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
MOTIVACIÓN .....	14
FUNDAMENTOS DEL PROBLEMA .....	14
SOLUCIÓN IDEAL .....	15
OBJETIVO GENERAL .....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>CAPÍTULO 1: JUEGOS SERIOS</b> .....	<b>17</b>
1.1 VIDEOJUEGOS: INICIOS Y SECUELAS .....	17
1.1.1 <i>¿Qué es un videojuego?</i> .....	17
1.1.2 <i>Evolución de los Videojuegos</i> .....	18
1.1.2.1 <i>La era del videojuego</i> .....	18
1.1.2.2 <i>Más allá del entretenimiento</i> .....	19
1.2 SERIOUS GAMES .....	21
1.2.1 <i>Clasificación de los Juegos Serios</i> .....	22
1.2.1.1 <i>Entrenamiento/Capacitación</i> .....	23
1.2.1.2 <i>Concienciación</i> .....	23
1.2.1.3 <i>Educativos</i> .....	24
1.2.1.4 <i>Utilitarios</i> .....	25
<b>CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN</b> .....	<b>27</b>
2.1 MIMIC: DE UN JUEGO SERIO DE CONCIENCIACIÓN A UN VIDEOJUEGO .....	27
2.2 TRANSMITIR CONCIENCIA CIUDADANA.....	27
2.2.1 <i>Algunas reglas y convenciones sociales en las ciudades</i> .....	28
2.3 <i>¿CÓMO DISTRIBUIR CONCIENCIA CIUDADANA EN MIMIC?</i> .....	30
2.4 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE CONCIENCIA CIUDADANA EN MIMIC.....	31
2.4.1 <i>Sistema de ímpetu y estrés</i> .....	31
2.4.2 <i>Sistema de entropía</i> .....	33
2.4.3 <i>Ciudadanos virtuales en Mimic</i> .....	34
2.4.4 <i>Sistema aleatorio de eventos</i> .....	35
2.4.5 <i>Sistema determinístico de eventos</i> .....	36
2.5 DISEÑO Y FUNCIONALIDADES DE MIMIC .....	36
2.5.1 <i>Planteamiento de Mimic</i> .....	36
2.5.2 <i>Dificultad</i> .....	37
2.5.3 <i>Distribución del juego en escenas</i> .....	38
2.5.3.1 <i>Escenas secuenciales</i> .....	38
2.5.3.2 <i>Escenas genéricas</i> .....	40
2.5.3.3 <i>Escenas futuribles</i> .....	44
2.5.4 <i>Personajes</i> .....	48
2.5.5 <i>Actividades del jugador y sus impactos</i> .....	50
2.5.6 <i>Comportamientos de los ciudadanos virtuales y sus impactos</i> .....	51

2.5.7	<i>Historia de Mimic</i> .....	51
2.5.8	<i>Otros aspectos de diseño</i> .....	52
2.5.8.1	<i>Sonido</i> .....	52
2.5.8.2	<i>Cámaras</i> .....	53
2.5.8.3	<i>Controles</i> .....	53
2.6	PRODUCTO FINAL: MIMIC.....	54
<b>CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN .....</b>		<b>55</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DE MIMIC COMO SOFTWARE .....	55
3.1.1	<i>Plataforma objetivo</i> .....	55
3.1.2	<i>Tecnologías de desarrollo</i> .....	55
3.2	METODOLOGÍA DE DESARROLLO: XP (EXTREME PROGRAMMING).....	56
3.2.1	<i>Fundamentos de XP</i> .....	56
3.2.1.1	<i>Fase de exploración:</i> .....	56
3.2.1.2	<i>Fase de planificación:</i> .....	57
3.2.1.3	<i>Fase de iteraciones:</i> .....	57
3.2.1.4	<i>Fase de producción:</i> .....	57
3.2.1.5	<i>Fase de mantenimiento:</i> .....	57
3.2.1.6	<i>Fase de muerte del proyecto:</i> .....	57
3.2.2	<i>Justificación de XP como metodología para Mimic</i> .....	57
3.2.3	<i>Adaptación de XP</i> .....	58
3.3	ITERACIONES .....	58
3.3.1	<i>Iteración 1: Modelado y texturizado de personajes</i> .....	58
3.3.1.1	<i>Planificación:</i> .....	58
3.3.1.2	<i>Diseño</i> .....	59
3.3.1.3	<i>Construcción</i> .....	60
3.3.1.4	<i>Pruebas</i> .....	64
3.3.2	<i>Iteración 2: Escenas piloto en Unity</i> .....	64
3.3.2.1	<i>Planificación:</i> .....	65
3.3.2.2	<i>Diseño:</i> .....	65
3.3.2.3	<i>Construcción</i> .....	68
3.3.2.4	<i>Pruebas</i> .....	73
	<i>Iteración 3: Esquema de navegación de escenas inicial</i> .....	74
3.3.3.1	<i>Planificación:</i> .....	74
3.3.3.2	<i>Diseño</i> .....	74
3.3.3.3	<i>Construcción</i> .....	76
3.3.3.4	<i>Pruebas</i> .....	78
	<i>Iteración 4: Creación de la mecánica de escenas genéricas, colapsos y progreso del juego</i> .....	78
3.3.4.1	<i>Planificación</i> .....	78
3.3.4.2	<i>Diseño</i> .....	79
3.3.4.3	<i>Construcción</i> .....	80
3.3.4.4	<i>Pruebas</i> .....	81
	<i>Iteración 5: Creación del resto de los escenarios, escenas secuenciales y futuribles</i> .....	81
3.3.5.1	<i>Planificación</i> .....	81
3.3.5.2	<i>Diseño</i> .....	82
3.3.5.3	<i>Construcción</i> .....	84
3.3.5.4	<i>Pruebas</i> .....	87
	<i>Iteración 6: Construcción de escenas genéricas</i> .....	87
3.3.6.1	<i>Planificación</i> .....	87
3.3.6.2	<i>Diseño</i> .....	88
3.3.6.3	<i>Construcción</i> .....	88
3.3.6.4	<i>Pruebas</i> .....	89
	<i>Iteración 7: Inclusión del sistema de entropía</i> .....	89
3.3.7.1	<i>Planificación</i> .....	89
3.3.7.2	<i>Diseño</i> .....	89
3.3.7.3	<i>Construcción</i> .....	90
3.3.7.4	<i>Pruebas</i> .....	91
	<i>Iteración 8: Ensamblado final y control de calidad</i> .....	91

3.3.8.1 Planificación .....	91
3.3.8.2 Diseño .....	92
3.3.8.3 Construcción .....	92
3.3.8.4 Pruebas .....	95
<b>CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS.....</b>	<b>96</b>
PRUEBAS DE MIMIC COMO SOFTWARE.....	96
<i>Descripción de las pruebas de rendimiento</i> .....	96
<i>Resultados y análisis de las pruebas de rendimiento en la carga inicial de Mimic</i> .....	97
<i>Resultados y análisis para las pruebas de rendimiento durante una escena compleja de Mimic</i> .....	99
PRUEBAS DE MIMIC COMO VIDEOJUEGO DE CONCIENCIACIÓN CIUDADANA.....	100
<i>Encuesta</i> .....	100
<i>Análisis de la puntuación final</i> .....	102
<i>Análisis de las respuestas a la encuesta</i> .....	103
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>112</b>



## Tabla de tablas

Tabla 1: Lista de escenas secuenciales .....	39
Tabla 2: Actividades por nivel y sus impactos .....	50
Tabla 3: Mascara de bits del sistema de puntuaciones .....	93
Tabla 4: Ejemplo de descomposición de puntuación .....	94
Tabla 5: Descomposición de la puntuación final según la máscara de bits diseñada .....	102

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Vista de la ciudad de Beijing, China, en sus niveles de contaminación atmosférica más altos .....	13
Ilustración 2: Usuaria del sistema Metro obstaculizando el cierre de puertas .....	13
Ilustración 3: Jodie (Ellen Page), protagonista de Beyond: Two Souls para Play Station 3 .....	17
Ilustración 4: Video Computer System de Atari.....	18
Ilustración 5: Nintendo 64 de Nintendo .....	19
Ilustración 6: Control del Sega Dreamcast, famoso por el VMU o Visual Memory Unit, a la izquierda, capaz de desplegar información del juego, almacenar partidas e incluso servir de mini consola portátil. ....	19
Ilustración 7: Captura de Battlezone, para el Atari 2600.....	20
Ilustración 8: Pepsi Invaders, nótese la nave controlada por el jugador que destruye las letras descendientes. ....	21
Ilustración 9: Nivel de entrenamiento de America's Army - Proving Grounds.....	21
Ilustración 10: Interfaz de Jumpido .....	22
Ilustración 11: Mapa de ATC-SIM.....	23
Ilustración 12: Nivel 2 de Staying Alive .....	23
Ilustración 13: Captura de Catch the Sperm II .....	23
Ilustración 14: Tomando decisiones en Depression Quest .....	24
Ilustración 15: Captura de Electrocitiy .....	24
Ilustración 16: Examen de nivelación en Duolingo.....	25
Ilustración 17: Captura de Half Life 2: Lost Coast.....	25
Ilustración 18: Demostración del uso del control del Wii junto a su resultado en el juego, a la izquierda. Nótese el Wii Remote en las manos de la jugadora, a la derecha. ....	25
Ilustración 19: "No pase la franja amarilla", una de las normas publicada oficialmente por el Metro de Caracas ....	28
Ilustración 20: Ejemplo de cartel divulgado por el Ministerio del Poder Popular para la Salud.....	29
Ilustración 21: Dinámica de colapso para el ímpetu y estrés en Mimic .....	32
Ilustración 22: Relación directa entre la entropía y el caos en Mimic.....	33
Ilustración 23: Ciudadano virtual de Mimic, apodado "Eve" del inglés <b>EVERYONE ELSE</b> .....	34
Ilustración 24: Diagrama de flujo del comportamiento aleatorio de los ciudadanos virtuales en Mimic.....	35
Ilustración 25: Ecuación para determinar el número de ciudadanos virtuales en una escena de acuerdo a la dificultad.....	38
Ilustración 26: Flujo de escenas genéricas en dirección Habitación-Trabajo.....	40
Ilustración 27: Flujo de escenas genéricas en dirección Trabajo-Habitación.....	40
Ilustración 28: Boceto original de la escena genérica del autobús .....	41
Ilustración 29: Boceto original de la escena genérica del metro .....	41
Ilustración 30: Boceto original de la escena genérica de la habitación .....	42
Ilustración 31: Boceto original de la escena genérica del trabajo.....	42
Ilustración 32: Boceto original de la escena genérica de la parada de autobús .....	43
Ilustración 33: Boceto original de la escena genérica del andén .....	43
Ilustración 34: Boceto original de la escena genérica del automóvil .....	44
Ilustración 35: Diagrama de flujo de escenas futuribles de Mimic .....	47
Ilustración 36: Distribución de controles de Mimic .....	54
Mimic: Juego Serio de concienciación ciudadana .....	10

Ilustración 37: De izquierda a derecha, textura difusa, normal y especular de un ojo. Generadas por MakeHuman y tratadas con PixPlant. ....	61
Ilustración 38: Padre .....	61
Ilustración 39: Madre.....	61
Ilustración 40: Carlitos de niño .....	62
Ilustración 41: Carlitos de adolescente .....	62
Ilustración 42: Carlitos de anciano .....	62
Ilustración 43: Profesor .....	62
Ilustración 44: Ex esposa.....	63
Ilustración 45: Recepcionista.....	63
Ilustración 46: Jefe .....	63
Ilustración 47: Hijo del jefe y comparativa con su padre .....	63
Ilustración 48: Anti ciudadano 2 .....	63
Ilustración 49: Anti ciudadano 3 .....	63
Ilustración 50: Anti ciudadano 1 .....	63
Ilustración 51: Protagonista de adolescente.....	64
Ilustración 52: Ciudadano virtual .....	64
Ilustración 53: Protagonista de niño .....	64
Ilustración 54: Protagonista de adulto .....	64
Ilustración 55: Protagonista de anciano.....	64
Ilustración 56: Diseño del esqueleto de los modelos, tras el proceso de rigging.....	65
Ilustración 57: Esquema de animaciones fijas y predeterminadas .....	66
Ilustración 58: Universo de expresiones en Mimic, de izquierda a derecha: neutral, sonriente, alegre, molesto, triste y preocupado. ....	66
Ilustración 59: Ciclo de comportamientos aleatorios .....	67
Ilustración 60: Modelo animado gracias al proceso de rigging.....	68
Ilustración 61: Proceso de creación del esqueleto. De izquierda a derecha: modelo original, esqueleto base, esqueleto definitivo generado con Rigify .....	68
Ilustración 62: Extracto de la función "UpdateEmotions ( )", utilizada para la transición suave entre expresiones de los personajes.....	70
Ilustración 63: Expresiones finales importadas en Unity 3D. De izquierda a derecha: neutral, sonriente, feliz, molesta, triste y preocupada. ....	70
Ilustración 64: Escenario de la primaria. A la izquierda el modelo original en Blender y a la derecha el resultado final en Unity 3D. ....	71
Ilustración 65: Escenario de la habitación. A la izquierda el modelo original en Blender y a la derecha el resultado final en Unity 3D. ....	71
Ilustración 66: Animator para el protagonista de la primera escena de Mimic .....	73
Ilustración 67: Diseño del menú de pausa.....	75
Ilustración 68: Boceto de la escena del lago, utilizada en el nivel "ending" y el menú principal del juego.....	75
Ilustración 69: Boceto de las opciones del menú principal .....	76
Ilustración 70: Menú de pausa y sus opciones.....	77
Ilustración 71: Información del capítulo durante la pausa.....	77

Ilustración 72: Confirmación de salida del juego o vuelta al menú principal .....	77
Ilustración 73: Menú principal con la escena de fondo en Unity 3D .....	77
Ilustración 74: Esquema de alto nivel de los componentes de una tarea de escena.....	79
Ilustración 75: Prefabs para cada tipo de botón.....	80
Ilustración 76: Secuencia de colapso por estrés en Mimic .....	80
Ilustración 77: Barra de progreso implementada en la iteración 4 .....	81
Ilustración 78: Diseño de simulación de movimiento continuo del autobús .....	83
Ilustración 79: Oficina del Jefe.....	84
Ilustración 80: Puesto de trabajo .....	84
Ilustración 81: Recepción .....	85
Ilustración 82: Parada de autobús .....	85
Ilustración 83: Estación de Tren.....	85
Ilustración 84: Autobús .....	86
Ilustración 85: Vagón del tren en movimiento .....	86
Ilustración 86: Ejemplo de notificación.....	87
Ilustración 87: Ciclo de la escena genérica del automóvil .....	88
Ilustración 88: Escena genérica del metro con un nivel de entropía de cero.....	90
Ilustración 89: Escena genérica del metro con un nivel de entropía muy alto .....	90
Ilustración 90: Animator de un ciudadano virtual en escenas genéricas propensas a la entropía.....	91
Ilustración 91: Captura de la escena de puntuación de Mimic .....	94
Ilustración 92: Gráfica comparativa entre el espacio ocupado en RAM para la carga de Mimic en bajo y alto rendimiento.....	97
Ilustración 93: Gráfica comparativa entre el porcentaje de procesador ocupado para la carga de Mimic en bajo y alto rendimiento.....	98
Ilustración 94: Gráfica comparativa entre el espacio ocupado en RAM para una escena compleja de Mimic en bajo y alto rendimiento.....	99
Ilustración 95: Gráfica comparativa entre el porcentaje de procesador ocupado para una escena compleja de Mimic en bajo y alto rendimiento .....	100
Ilustración 96: Puntuaciones obtenidas por los jugadores de Mimic.....	102
Ilustración 97: Distribución de las acciones del jugador ante la escena del incendio en la oficina.....	104
Ilustración 98: Distribución de los desenlaces de la escena del asalto en el metro .....	104
Ilustración 99: Distribución de opinión respecto a la clasificación de edad para Mimic .....	104
Ilustración 100: Distribución de opinión respecto al mejor aspecto de Mimic .....	105
Ilustración 101: Distribución de opinión respecto al peor aspecto de Mimic.....	105
Ilustración 102: Comentarios de los jugadores respecto a posibles cambios en Mimic .....	105
Ilustración 103: Distribución de aceptación de Mimic.....	106
Ilustración 104: Distribución de la interpretación de los jugadores sobre los ciudadanos de Mimic.....	106
Ilustración 105: Distribución de las explicaciones de los jugadores al comportamiento de los ciudadanos.....	106
Ilustración 106: Distribución de la descripción que los jugadores dan a la ciudad de Mimic.....	107
Ilustración 107: Distribución de la opinión respecto a Mimic como portador de un mensaje .....	107
Ilustración 108: Distribución de edades de los jugadores de Mimic .....	108
Ilustración 109: Distribución de la ocupación de los jugadores de Mimic.....	108

# Introducción



*Ilustración 1: Vista de la ciudad de Beijing, China, en sus niveles de contaminación atmosférica más altos*

Desde la vida en las modernas y polutas ciudades como en la ilustración 1 hasta las sencillas calles de los pueblos más pequeños, definir la realidad en términos prácticos puede resultar una tarea bastante compleja. Dejando de lado las implicaciones filosóficas aunadas al debate de realidades distintas según la percepción de cada individuo, vivimos en un pequeño punto del cosmos cuyo valor particular sólo se mantiene por la ausencia de ejemplares en algún otro lugar del universo observable. Nuestra sociedad se ha construido inextricablemente en torno a las bondades que nos ofrece el planeta Tierra y las necesidades que como seres humanos poseemos. Pero tras siglos y siglos de civilización, la anarquía y el mal uso de la individualidad en conjunto con el poder han servido de motor para guerras y masacres cuyas bajas se cuentan en millones.

De alguna forma, tras milenios de civilización y siglos de cultura, parece que el ser humano aun arrastra sus males más profundos y temas como la moral, los valores y la integridad son materia de estudio constante cuya vigencia prevalece. Prueba de ello es que actualmente los programas, leyes y autoridades educativas de países como Argentina [1], Perú [2], Venezuela [3], México [4], España [5] y Uruguay [6] defienden y afirman estos componentes del ser como la base para la ciudadanía y la construcción de una sociedad justa y pluralista. Tenemos una sociedad que históricamente ha cometido errores que han costado vidas y han dañado zonas enteras de nuestro planeta de manera casi irreparable, como el hoyo en la capa de ozono de la Antártica [7] producido - muy probablemente en manos de una inconciencia global - por la contaminación. La gran mayoría de estos errores vienen atados al comportamiento humano fuera de la ética, el respeto, el conocimiento y la solidaridad; en una sociedad que en contraparte busca día a día herramientas y estrategias que permitan profundizar en el individuo la existencia de los valores mencionados, y por extensión una aceptación del otro como parte del todo, como un Yo que vive y respira desde 7 billones de puntos de vista.



*Ilustración 2: Usuaría del sistema Metro obstaculizando el cierre de puertas*

Frente a ambas realidades, no cabe duda de que aún hoy queda trabajo por realizar, específicamente en pos de una conciencia individual. Definir todo el árbol social que parte desde el individuo hasta el resultado global sustentado por la especie dominante del planeta es un tema que podría abarcar más de un estudio y sería poco práctico para este trabajo. No obstante, se puede argumentar y trabajar en las mismas bases de la ciudadanía, desde como el individuo contribuye a un colectivo social reducido, sea en una pequeña ciudad o incluso un país. Es importante a su vez considerar que día a día el ciudadano sale a hacer vida desde su ocupación. Entre la velocidad de la rutina y la urgencia de sus necesidades particulares, convive con muchos otros que se desempeñan en las mismas condiciones, haciendo uso no solo de espacios comunes como los medios de transporte, sino impactando directamente en la realidad de la comunidad donde existen. No hay mayor secreto en los

problemas humanos más allá de que toda la responsabilidad recae en ellos, porque cuando no se trata de los actos del individuo entonces alguien en algún punto de toda la cadena hizo algo mal. Más en definitiva, la gran mayoría de los problemas en la sociedad tienen por causante al mismo ser humano.

Tomemos por ejemplo el sistema de transporte más común en ciudades después del autobús: el subterráneo, cuyo exponente de la ciudad de Caracas es el Metro. Con un servicio por el que se movilizan más de un millón doscientos mil pasajeros al día [8], son muchos los casos relacionados a una falta de conciencia que se manifiestan en sus múltiples estaciones, andenes y trenes. En un sitio donde puede concentrarse un gran número de personas en las horas pico, es importante comprender que los trenes no tienen manera de adelantarse entre sí, por lo que el retraso en uno de ellos se convierte en el retraso del predecesor. Esta realidad convierte al Metro en algo vulnerable a las acciones de sus usuarios y operadores, como lo refleja la ilustración 2, donde una usuaria del sistema se encuentra obstruyendo el cierre de las puertas del vagón, pese a cumplir con la exigencia de mantener plegados los coches para bebés dentro del mismo, lo que trae como consecuencia que las puertas deban reabrirse para intentar un nuevo cierre, atrasando la partida del tren en unos cuantos segundos. Si bien el sistema se encuentra lo suficientemente concurrido tal que los usuarios deben esperar un tiempo en los andenes, el problema realmente se acentúa con situaciones como la descrita. Unos segundos de atraso para un tren se traduce en esa misma espera para los trenes sucesivos y si se tiene en cuenta que esta situación puede repetirse en múltiples ocasiones para el mismo tren y en múltiples estaciones, el retraso final se convierte en minutos, lo que afecta de manera directa a todos los usuarios del sistema. Este ejemplo es un excelente exponente de como la acción de un individuo puede afectar a un gran número de personas; situaciones de esta naturaleza están presentes en toda la ciudad y en múltiples contextos, construyendo una sociedad que sufre por sus propias acciones.

Parece entonces que no hay una conciencia propia del individuo -bien arraigada- en términos de como su acción particular influye en el entorno donde se desenvuelve.

## **Motivación**

Si bien una sociedad más equilibrada y consciente de las consecuencias de la acción individual de cada uno de sus miembros es una visión poco innovadora, este punto se mantiene como objetivo en la agenda de cualquier gobernante influyente y sensato. El problema de transmitir este mensaje está a la espera de una solución, y no por falta de iniciativas sino por la alta complejidad. Hoy, con los medios de comunicación masivos y redes sociales, aun no es suficiente. No hay registros públicos de la invención de algún aparato que ingrese en la mente del humano y modifique sus patrones de conducta o siquiera de razonamiento. No hay un método infalible para transmitir conciencia, solo aproximaciones. Y es que no se cuentan con todas las variables de la ecuación, aun hoy la psicología y la neurociencia se debaten por definir y explicar El comportamiento y mientras esta visión no alcance una base lo suficientemente amplia como para diseñar una solución, el problema se mantendrá abierto a la deriva de intentos y acercamientos a su término.

Lo expuesto implica algo interesante: queda campo para la innovación y la experimentación. Cuando no se hallan todas las respuestas en un tema tan complejo, siempre existe la posibilidad de aportar un adicional al todo y contribuir en la búsqueda. Desarrollar una idea e implementarla, con tal de acercar al individuo común la mecánica de impacto entre ciudadanos es el centro y motor del presente trabajo.

## **Fundamentos del problema**

El ejemplo expuesto del Metro pone de manifiesto la interconexión entre las acciones del uno y las consecuencias del otro. La misma ley de la termodinámica nos dice que un cuerpo no puede absorber calor sin que otro lo pierda y es bajo esta misma premisa que funcionan las ciudades modernas: un ciudadano actúa y otro lo padece. Cuando el individuo comprenda la interacción y relación entre sus acciones respecto al resto, es más probable que su proceder sea más sensato y acorde a lo que éste desea vivir y experimentar en su entorno.

El mismo ejemplo junto a otros comunes en la vida de las grandes ciudades permite deducir que el individuo no es consciente –en el mejor de los casos- de esta relación de hechos.

Siendo las ciudades los nichos que concentran la mayor parte de la población humana, es natural afirmar que las mismas tienen un importante papel en la estructuración de la sociedad y el desarrollo de la cultura moderna. Lo que lleva a concluir que el funcionamiento de las mismas afectará directamente a aspectos del ser humano como especie. Lograr un nivel superior de conciencia en la población es la principal vía para el desarrollo y preservación de la especie, puesto que aspectos básicos que parten desde la convivencia interpersonal podrían solucionarse más oportunamente y conllevar a una mejor sociedad.

Una nueva solución o aproximación a ella tendría por objetivo a todos los que conviven en ciudades o comunidades organizadas, abarcando todos los aspectos de la vida que se vinculan a la acción humana: esto es, la totalidad de la misma.

Los juegos serios han demostrado ser una herramienta muy útil y usada para acercar conceptos complejos y/o profundos, normalmente de temáticas sin connotación lúdica, a público de distintos contextos sociales y culturales; hecho que cobra fuerza cuando se distribuyen y construyen en forma de videojuego. Frente al auge tecnológico que atraviesa el mundo actual, un videojuego en un dispositivo portátil o un computador común puede tener un alcance significativo si se aprovechan estos canales establecidos de facto.

Luego, hay una necesidad latente de concienciación ciudadana, una serie de beneficios que podrían derivarse de responder a esta carencia y canales digitales de distribución y presentación para aproximaciones a una solución.

## **Solución ideal**

Si la vida fuera un ensayo, sería tomada menos en serio. Es lógico entonces que resulte necesario elevar los niveles de conciencia a través de experiencias fuertemente arraigadas a los intereses de cada ser, puesto que es sabido que tomamos más participación de aquellas actividades o temáticas que nos competen, pero especialmente aquellas que nos afectan de un modo particular.

El proceso de concienciación parte de incorporar un hecho al flujo de pensamiento del individuo y a su memoria a largo plazo. Las dificultades asociadas tienen una fuerte base en la resistencia mental a los conceptos nuevos que se pueden experimentar como incómodos por naturaleza. A medida que el individuo madura, sus ideales se tornan más profundos, lo que deriva en una mayor resistencia mental.

Es entonces una solución definitiva el construir un método directo y fiable para acometer tal proceso, que pase por alto cualquier negativa al cambio propia del ser, sin afectar su identidad particular definida con base en sus experiencias. Un mecanismo para despojar la mente del individuo de excusas ante lo evidente, en pos de permitirle visualizar el hecho que se pretende mostrar. Además, tal solución debería ser inmediata para no sufrir de la demora habitual en el proceso de maduración, y masiva para alcanzar al total de la población competente en el ámbito objeto de la concienciación.

## Objetivo General

Construir una solución computacional interactiva, que parta de conceptos elementales de convivencia ciudadana para imprimirlos en el flujo de pensamiento de sus usuarios, a través de mecánicas lúdicas que impulsen su utilización y alcance.

## Objetivos Específicos

1. Diseñar e implementar un conjunto de mecánicas de juego basadas en estrategias de retención y técnicas de entretenimiento
2. Desarrollar una historia que sirva de complemento para contextualizar la solución computacional, brindando un atractivo extra a la misma
3. Diseñar e implementar un conjunto de mecánicas de medición para poder evaluar el comportamiento y desenvolvimiento del jugador en la solución
4. Generar un conjunto de indicadores que permita reflejar el impacto de la solución en el público objetivo
5. Diseñar e implementar estrategias de difusión de la solución para maximizar su alcance en el público objetivo
6. Desarrollar un estilo de presentación homogéneo y acorde al contexto de la solución

El presente trabajo especial de grado condensa una sucesión de capítulos orientados a ilustrar la materialización de una idea en el marco de los juegos serios para la concienciación ciudadana. Para lograrlo, parte de una premisa sencilla con un alcance amplio en el ámbito social, reuniendo un conjunto de ideas y basamentos clave para dar forma al planteamiento de un problema; punto desde donde propone una estructura y elementos técnicos para fundamentar el desarrollo de una propuesta de solución y analizar los resultados de la implementación de esta.

La investigación que sirve de base para este texto se desarrolla bajo una influencia claramente técnica y busca enfocar la atención a la solución propuesta al problema –y sus fundamentos- en lugar de a la naturaleza del mismo, hecho que se refuerza si se considera que las ciencias de la computación constituyen una disciplina con tendencias abiertamente prácticas.

Es importante acotar que si bien el centro de este documento parte de una base social, los detalles y razonamientos asociados quedan fuera del alcance por representar la inclusión de otras disciplinas más especializadas en asuntos ciudadanos. Siendo conveniente referirse a otros trabajos más adaptados y orientados a dichos campos si lo que se desea es obtener una visión completa de las causas y naturaleza del problema.

El trabajo está distribuido en cinco capítulos, partiendo de un corto recorrido por las premisas teóricas e históricas de los juegos serios. Posteriormente, se propone y detalla el diseño de una solución conceptual sin dependencia de alguna tecnología en particular de manera que pueda servir de base para futuras aproximaciones a una solución definitiva. Luego, entra de lleno en los detalles del desarrollo e implementación de Mimic y analiza las pruebas ejecutadas alrededor del juego, los resultados observados y las mediciones obtenidas para finalizar con una sección de conclusiones y propuestas de trabajos futuros.



# Capítulo 1: Juegos Serios

Antes de exponer el diseño de Mimic como aproximación a la solución del problema descrito, conviene repasar brevemente las bases de los juegos serios, iniciando desde la historia del videojuego y su acelerado crecimiento hasta alcanzar la intersección de ambos tópicos. Esto último resulta crucial para dar sentido y forma a Mimic como un videojuego serio de concienciación ciudadana.

Este capítulo busca desechar la idea de postular al videojuego como un mero móvil para el entretenimiento, mostrando en cambio una naturaleza de difusión presente en los mismos, útil para todo tipo de propósitos como la publicidad, la investigación y la economía. Para tal fin, es importante desglosar algunos términos, retratar algunos hechos científicos y analizar un conjunto de estadísticas.

## 1.1 Videojuegos: inicios y secuelas

A día de hoy, la industria del videojuego más que ser un mercado se ha convertido en parte de cierta cultura global, donde para finales de 2014 se totalizó la cifra de 1775 millones de jugadores a nivel mundial, con principal predominancia en Asia y Europa [9]. Esto demuestra el alcance que ha construido a través de los años, el cual no apareció por coincidencia y esconde toda una historia de inspiración, economía y desarrollo tecnológico.



Ilustración 3: Jodie (Ellen Page), protagonista de *Beyond: Two Souls* para PlayStation 3

Los videojuegos son el exponente perfecto de entretenimiento digital, poniendo todo tipo de mecánicas, historias y conceptos al alcance de miles en el peor de los casos. A su paso, han dejado una huella difícil de pasar por alto, desde la básica idea detrás de *Pong* hasta complejas historias emocionales que a más de uno ha removido en sus asientos como *Beyond: Two Souls* (ver ilustración 3). Los videojuegos se han convertido en herramientas muy poderosas que no deben ser tomadas como tema infantil. Son un medio de difusión por excelencia y poco a poco han ido dejando de lado a los antiguos juegos de mesa. Aunque sus orígenes resulten algo rebuscados, cuesta encontrar alguien que dude de su éxito en los tiempos que corren.

### 1.1.1 ¿Qué es un videojuego?

El diccionario de la Real Academia Española afirma: “Dispositivo electrónico que permite, mediante mandos apropiados, simular juegos en las pantallas de un televisor o de un ordenador” [10]. Por su parte, el diccionario de Oxford establece: “Un juego que se desenvuelve al manipular electrónicamente imágenes producidas por un programa de computadora en un monitor u otro dispositivo de despliegue” (por su traducción del inglés de “A game played by electronically manipulating images produced by a Computer program on a monitor or other display”) [11].

Ambas definiciones apuntan a que el término consiste en la simulación de imágenes por computadora, manipulables a través de mandos electrónicos y desplegados en alguna tecnología de visualización. Sin caer en un debate de términos, la definición del diccionario de la RAE podría quedarse algo corta tras la aparición de dispositivos como el Oculus Rift<sup>1</sup>, que no consisten en un monitor correspondiente a un televisor u ordenador, sino a un dispositivo de

<sup>1</sup> <https://www.oculus.com/en-us/>

visualización especializado de Realidad Virtual. Cualquiera sea el final de este debate, está claro que se trata de una serie de mecánicas basadas en un soporte electrónico y que permiten la interacción de uno o más jugadores para conseguir uno o más objetivos particulares.

Desde la invención del transistor en 1947 en *Bell Telephone Laboratories* [12], los soportes digitales han ido cambiando la forma en que la humanidad vive, aprende, trabaja y juega. ¿Cómo es que un montón de circuitos y cables brinda tantas posibilidades? ¿Cómo es que estas posibilidades fueron consolidándose en mecánicas que sirven de entretenimiento? ¿De qué forma el mercado mundial se interesó en imágenes artificiales de baja calidad y disparadas en forma de rayos catódicos cuando el rubro era totalmente incipiente?

Con el contexto y las interrogantes establecidas, queda entonces por ver cómo fue que tras décadas de eventos, entre errores y éxitos, la industria del videojuego creció hasta convertirse en lo que conocemos el día de hoy.

### 1.1.2 Evolución de los Videojuegos

Desde laboratorios de investigación en institutos de física y electrónica, conviene resaltar el trayecto que existe desde lo que se consideraría el primer videojuego hasta el mercado multimillonario que continúa en crecimiento en este mismo instante. La era del videojuego como podría llamársele, no es más que un compendio de sucesos que trastocaron inextricablemente el desarrollo de las tecnologías digitales, pudiendo observarse similitudes en temáticas tan distintas como la ergonomía de los controles de un caza militar hasta su similitud con los joysticks diseñados para videojuegos de aviones y naves espaciales, aportando entre si una retroalimentación difícil de relatar que de alguna manera ha impulsado el desarrollo de ambos campos.

La situación planteada se repite en una cantidad absurda de aplicaciones, áreas y disciplinas cuya naturaleza y origen, como en cualquier otro tema extendido en la historia de la civilización, se ramifica y se confunde entre las demandas del hoy y las ofertas del ayer. Un tema que sin duda escapa a los objetivos del presente trabajo pero que de alguna forma se hace necesario revisar, así sea solo la punta del iceberg.

#### 1.1.2.1 La era del videojuego



Ilustración 4: Video Computer System de Atari

Finalizaba la década de los 70 cuando la empresa estadounidense Atari lanzó al mercado el Sistema Computarizado de Video (por su traducción del inglés “*Video Computer System*”), mejor conocido como el *Atari 2600* (ilustración 4), poniendo a la disposición del público una consola de videojuegos que marcaría historia por su variedad de títulos e innovación, hechos que lo convirtieron en un punto de partida para sus futuros competidores y el porvenir de la propia empresa. Para ese entonces, el mercado del entretenimiento digital comenzaba a cobrar fuerza con los primeros títulos comerciales como *Pong* en forma de sistemas dedicados, llenando los estantes de las tiendas con distintos aparatos que ofrecían variantes de la idea original de las dos paletas y la pelota. El *Atari 2600* trajo consigo un mundo de posibilidades al ser la primera consola que no tenía un set predefinido y limitado de juegos, sino que a través del uso de cartuchos permitía que terceros desarrollaran sus propias ideas y proveyeran al sistema de un catálogo amplio y diverso. Esto trajo consigo un creciente interés en la naciente industria de los videojuegos.

Era de esperarse que otras compañías y organizaciones se interesaran en el rubro, desarrollando sus propios sistemas y buscando competir con el innegable éxito de Atari. Para el año 1986 [13], el mundo ya había sido testigo del lanzamiento de los sistemas *Odyssey 1* y *2* de la empresa Magnavox, *ColecoVision* de Coleco, *Atari 5200* de Atari y el *Famicom* de Nintendo (comercializado en occidente como el *Nintendo Entertainment System* o *NES*). En nueve años, la industria de los videojuegos había probado ser tan lucrativa que no solo continuó atrayendo la atención del público e inversionistas, sino que en aras de su crecimiento continuó produciendo sistemas cada vez más complejos y potentes, especialmente con el salto tecnológico que traería el desarrollo de procesadores gráficos capaces de recrear espacios tridimensionales, dejando atrás a las antiguas tecnologías 2D y trayendo consigo a grandes exponentes como el *Nintendo 64* (ilustración 5) de Nintendo y el *Play Station* de Sony, a la par del menos conocido *Sega Dreamcast* (ver ilustración 6). El mercado se fue diversificando y no se limitó a las consolas sino que incluso desde sus orígenes estuvo presente en los computadores personales y por extensión, en dispositivos móviles como el *GameBoy*, también de Nintendo. A día de hoy se trata de una industria de más de USD \$90 billones que tan solo en el año 2014 recaudó seis veces más que la industria musical y sobrepasó a la industria cinematográfica [14].



Ilustración 5: Nintendo 64 de Nintendo

Los videojuegos han evolucionado para convertirse en algo cultural, muy atado al día a día moderno y han dejado de ser un producto netamente para niños, como se planteó en sus orígenes, para convertirse en una industria que alcanza también a los adultos, donde nada más en los Estados Unidos el 71% de su audiencia tiene una edad igual o mayor a los 18 años [15].

Bajo el contexto planteado, resulta interesante postular a los videojuegos como un puente masivo entre los desarrolladores y una creciente audiencia. El auge de los dispositivos móviles ha contribuido bastante en esta situación al poner en el mercado dispositivos lo suficientemente potentes para permitir que los juegos de video acompañen a los usuarios a cualquier parte. Tan solo en 2013, se registraron más de 960 millones de teléfonos inteligentes vendidos [16], lo que representa aproximadamente el 13% de una población mundial de 7 billones de personas [17]; sin contar el mercado de las tablets, computadores personales y consolas. En tal sentido, un conjunto nada despreciable de títulos ha aparecido para explorar y aprovechar las posibilidades que acarrea un dispositivo móvil, como el acelerómetro y las pantallas táctiles y en consonancia, mecánicas de juego basadas en la “dosificación” de la dopamina en los jugadores, con ejemplares como *Candy Crush*, han ido apareciendo para asegurar una retención de la audiencia mucho mayor de la que cualquier título tradicional se puede permitir. Lo que nos deja una perspectiva que refuerza lo propuesto y deja en claro el potencial de difusión que puede tener un videojuego.



Ilustración 6: Control del Sega Dreamcast, famoso por el VMU o Visual Memory Unit, a la izquierda, capaz de desplegar información del juego, almacenar partidas e incluso servir de mini consola portátil.

### 1.1.2.2 Más allá del entretenimiento

No obstante, hay que reconocer que no toda la motivación y combustible detrás de estos hechos yace en su rentabilidad. En los incipientes años del videojuego, donde los procesadores eran más costosos, el sonido de menor calidad y los gráficos más pobres, existían ya instituciones educativas especializadas en el estudio y desarrollo de las ciencias computacionales, con una fuerte base en la electrónica y una popularidad creciente. Año tras año, aparecían nuevas tecnologías descubiertas o creadas en laboratorios cuyo mayor secreto era un grupo de estudiantes entusiastas guiados por profesores con tendencia a la investigación. Poco a poco, se fue creando un soporte para albergar historias, personajes, mecánicas y mundos que darían vida a cada uno de los juegos que han pasado por las manos de la humanidad, lo que deja en evidencia una motivación por descubrir a donde se podía llegar con la tecnología punta del momento. Los desarrolladores de la época no sólo pensaban en código fuente sino que surgían preguntas como ¿De qué forma se puede aprovechar el

control, de un solo botón, del *Atari 2600*?, ¿Qué tan vasto puede ser un mundo fantástico visto a través de los 4MB de memoria RAM del *Nintendo 64*? ¿Qué tan veloz puede correr un personaje en pantalla con el procesador del *SEGA Mega Drive*? Hay todo un trasfondo de creatividad que sin duda surgió como respuesta a las limitaciones tecnológicas y terminó por impulsar el rubro.

Pero no todo se trata del entretenimiento. Entre los clásicos géneros de carreras, *shooters* en primera persona, juegos de rol y deportes, existen títulos que de alguna manera se diferencian del resto por contener una serie de características puestas a propósito. Se trata de videojuegos cuya finalidad no radica en el aspecto lúdico sino que hacen uso de este como un motor para alcanzar un objetivo distinto. Motivaciones como la concienciación, la salud pública, la defensa militar, necesidades de capacitación, publicidad y otras situaciones de índole cotidiana han generado una vertiente con fuerza propia, modelo de negocio y audiencia distintos.

En la era de las primeras computadoras, los investigadores buscaban formas de probar las capacidades de cómputo y aprovecharlas en su trabajo. Un ejemplo muy claro aparece en el campo de la inteligencia artificial, donde surgió la pregunta: “¿Cómo podemos construir mecanismos que muestren una complejidad comparable [el análisis de un juego de ajedrez por seres humanos] en su comportamiento?” [18]. Paulatinamente fueron construyéndose máquinas capaces de simular un pensamiento analítico en el ajedrez y responder a los movimientos de su contrincante; estas, aunque primitivas, se comportaban como un videojuego donde se medía un jugador contra una incipiente inteligencia artificial. En este caso el objetivo en sí no era crear y distribuir computadores que sustituyeran oponentes humanos en el ajedrez, sino analizar y determinar qué tan profundo podía ir el análisis con la tecnología de la época y de qué forma este podía ser mejorado.

Otro ejemplo de incluso mayor antigüedad aparece en la Universidad de Cambridge, en 1952, donde en la tesis doctoral de Alexander Shafto Douglas se detalla la creación de una versión del clásico *tic-tac-toe* haciendo uso del *EDSAC* (Calculadora Automática de Almacenamiento Retardado Electrónico, del inglés *Electronic Delay Storage Automatic Calculator*). Esto lo consiguió al manipular la memoria del computador para mostrar la rejilla del juego en un monitor CRT e implementar una serie de rutinas que servirían para emular el pensamiento de un jugador, tras un profundo análisis en el marco de las limitaciones del *EDSAC* en términos de memoria y velocidad de procesamiento [19]. La idea central era evaluar el nivel de versatilidad de la máquina como una de propósito general, razón por la cual se ideó la adaptación del juego y dándole a este una finalidad más allá del entretenimiento.

Este tipo de experimentos fueron extendiéndose y en el ámbito militar ya se consideraba al computador como una herramienta, tal como lo ejemplifica la existencia de *Colossus*, una máquina diseñada para romper la encriptación en las comunicaciones alemanas durante la Segunda Guerra Mundial [20]. En este sentido es natural pensar que el interés militar en las computadoras fue creciendo. Más tarde, aparecerían juegos y sistemas cuyo único propósito era servir de entrenamiento para las tropas y oficiales del ejército, como lo es el caso de *T.E.M.P.E.R.*, un simulador de la Guerra Fría que fue desarrollado en 1961 por un equipo dirigido por el profesor de la Universidad de Brandeis, Clark Abt [21]. Estos ejemplos fueron volviéndose cada vez más comunes hasta llegar al punto en que compañías desarrolladoras en la industria eran contratadas por el Ejército Estadounidense para modificar versiones de sus juegos comerciales y convertirlos en herramientas de entrenamiento. Un caso muy renombrado es el de *Battlezone* (publicado por Atari en 1980, ver ilustración 7) que fue alterado para sustituir su motor físico por uno más preciso, incluir modelos de armas reales y nuevos enemigos [22].



Ilustración 7: Captura de *Battlezone*, para el Atari 2600

Fuera del ámbito militar, empresas de distintos mercados comprendieron el potencial de los videojuegos y aparecieron con sus propios títulos a modo de estrategia publicitaria, como el caso de *Pepsiman* (Kindle Imagine



Develop, 1999), desarrollado para *Play Station*, que tenía como protagonista a la mascota de Pepsi, producto de la empresa de bebidas y aperitivos PepsiCo Inc. Por su parte Coca Cola también encargó a Atari una versión de *Space Invaders* (Atari, 1978) que llevó por título “Pepsi Invaders”, visualmente similar al juego original como lo refleja la ilustración 8, donde el jugador debía evitar que las letras de la palabra “PEPSI” alcanzaran la tierra al dispararles y derribarlas una tras otra.



Ilustración 8: *Pepsi Invaders*, nótese la nave controlada por el jugador que destruye las letras descendientes.

Como puede notarse, los videojuegos no han tenido una única finalidad de entretener. Han servido para toda clase de propósitos que van desde lo comercial hasta lo académico, pasando por lo militar y lo cultural. En su camino ha dejado una importante cantidad de material creativo que ha convertido a esta industria en lo que es hoy.

Pues bien, hasta este punto se ha puesto de manifiesto la evolución del videojuego tanto desde el punto de vista económico como tecnológico. Pero específicamente se ha buscado orientar el desarrollo hacia una categoría en particular, conocida como *Juegos Serios*; un término que de entrada puede producir cierta contradicción por la naturaleza de sus componentes, pero que tiene un trasfondo argumentado.

## 1.2 Serious Games

*Serious Games* (Juegos Serios, por su traducción del inglés) es un término usado en algunos casos para referirse a juegos que tienen un propósito educativo explícito y no están pensados para el entretenimiento, aunque esto no debe suponer que no sean entretenidos [23]. No obstante, no se limitan al ámbito educativo, tal como lo propone el cofundador de *Games for Health Project* y *Serious Games Initiative*, Ben Sawyer, quien redefinió el término como “cualquier uso significativo de juegos computarizados cuya principal directiva no es el entretenimiento” [24]. Esta variación es una de las más comunes a día de hoy.

Si bien el término es considerado en primera instancia como un oxímoron, un análisis más profundo puede sugerir lo contrario, puesto que estos videojuegos han probado su valía en otras áreas ajenas al entretenimiento, como en la salud, la defensa y la educación, lo que pone al término “juegos serios” más como una forma de distinguirlos del resto que como una verdadera contradicción.



Ilustración 9: Nivel de entrenamiento de *America's Army - Proving Grounds*

Estamos frente a un conjunto de mecánicas que no tienen por qué tener un fin lúdico y en cambio pueden servir para suplir varios fines. Algunos han sido utilizados para demostrar un concepto o ilustrar el desarrollo de una investigación, otros tienen un trasfondo notablemente publicitario, también los hay con fines de concienciación e incluso existen ejemplares como herramientas para la educación.

Actualmente, los juegos serios se encuentran en auge y su popularidad ha crecido considerablemente. Para el año 2009, se habían registrado 2218 juegos serios hasta la fecha, de los cuales un 30% correspondía al año 2007 y posterior. El estudio conducido por un grupo de investigadores de distintas instituciones francesas arrojó que antes del 2002, un 65% de los juegos serios era de índole educativa, seguido por un 10.7% en publicidad y un 4.7% en salud; en contraste, la distribución para las fechas posteriores indicó un crecimiento de juegos publicitarios para ubicarlos en primer lugar con un 30.6%, seguido por

los educativos con un 25.7% y los sanitarios con 8.2%. [25]. Esto evidencia el creciente interés en la industria de los juegos serios, valorada hasta el 2010 en €1.5 billones.

Para sostenerse, su modelo de negocio ha tenido que separarse del clásico “lanzamiento y ventas” para buscar una economía basada en la demanda. Compañías u organizaciones pueden contratar equipos de desarrolladores para crear juegos que tengan algún propósito en particular, comúnmente uno publicitario como hemos visto, y de ese modo mantener a flote a los estudios encargados de tales producciones. Por su parte, existen distintas iniciativas y empresas que se dedican entre otras cosas al desarrollo de juegos serios para distintos campos; la lista de los exponentes incluye pero no se limita a *Virtual Heroes* [26], *Caspian Learning* [27], *Serious Games Interactive* [28] y *Serious Games Studio* [29]. La presencia del potencial creativo junto a la constante demanda ha propiciado el crecimiento y aparición de juegos serios cada vez más complejos y ha derivado en resultados bastante competitivos respecto a grandes producciones comerciales netamente para el entretenimiento.

Entre los títulos que marcaron una diferencia, se encuentra el caso de *America's Army: Proving Grounds*, publicado originalmente el 28 de agosto de 2012, potenciado por la plataforma del Ejército Estadounidense “America's Army” (ver imagen alusiva en la ilustración 9). Este se trata de un *shooter* en primera persona con un importante punto estratégico: a diferencia de otros juegos similares como la saga *Call Of Duty*, el jugador es mucho más sensible a los disparos, su puntería es menos precisa y debe trabajar en equipo para conseguir los objetivos del juego. La idea es brindar al público una oportunidad de probar un entorno de combate realista, donde se debe analizar la situación correctamente para evitar perder la partida, cosa que ocurre muy a menudo y lo que en la vida real implicaría morir o sufrir graves heridas. Este juego ha atraído la atención al mercado y ha servido, una vez más, para probar la utilidad del videojuego como un puente de comunicación.

Otro título interesante, es *Virtual Battlespace*, cuyos desarrolladores le han añadido recientemente un módulo bajo el nombre de ROVER que permite a los soldados practicar el entrenamiento de perros de apoyo en la búsqueda de explosivos improvisados enterrados (IED, del inglés *Improvised Explosive Device*). Un aspecto resaltante es el uso del Kinect como dispositivo de control, aportando un increíble realismo al ejercicio [30]. Y es que hoy se hace presente una tendencia de aprovechar distintos dispositivos de captura de movimiento como herramienta para el desarrollo de juegos serios, como lo demuestra *Jumpido* [31] que también hace uso del Kinect, o iniciativas que implementan el WiiMote como alternativa de control [32].



Ilustración 10: Interfaz de Jumpido

Por su parte, también existen títulos con tecnología un poco más convencional pero que consiguen de igual forma su objetivo. Existen múltiples ejemplos de juegos serios basados en HTML, donde los mismos se acceden desde un navegador web y se desarrollan a través de distintas páginas que se van cargando a medida que el jugador progresa. Un ejemplo de este apartado es *Depression Quest* [33], mencionado más adelante en la categoría de juegos serios “Concienciación”.

### 1.2.1 Clasificación de los Juegos Serios

Los juegos serios, al igual que los videojuegos convencionales, pueden ser clasificados de acuerdo a su audiencia, propósito, plataforma, año de salida, desarrollador, género y otros múltiples criterios. No obstante, también pueden ser clasificados de acuerdo a su objetivo principal bajo los siguientes apartados: *Entrenamiento/Capacitación*, *Concienciación*, *Educativos* y *Utilitarios*.

### 1.2.1.1 Entrenamiento/Capacitación

Esta categoría reúne a aquellos orientados a ofrecer al jugador un entorno controlado donde pueden aprender y desarrollarse en una actividad en particular; los hay en distintas disciplinas pero los más comunes son los militares. Normalmente se llevan a cabo a través de simulaciones de eventos y tareas reales, donde se pretende que el jugador comprenda los elementos involucrados en la temática y utilice sus conocimientos o destrezas existentes para resolver los problemas que el juego pueda presentar; mientras que otra variante propone que estas destrezas sean desarrolladas a través del mismo. Existe una gran variedad de ejemplos y los mismos cubren una asombrosa gama de temáticas que van desde procesos quirúrgicos hasta tareas en líneas de producción. Los próximos cuatro ejemplares ilustran los variantes que pueden llegar a ser.

- **ATC-SIM:** Es un simulador de torres de control de vuelo, permite al jugador estar al frente de un mapa de la situación de los vuelos que se aproximan a las distintas pistas de aterrizaje (ver ilustración 11); éste debe indicarle a los pilotos las acciones necesarias a tomar para que puedan aproximarse de forma segura a la pista, con la altura correcta y teniendo en cuenta factores como la dirección e intensidad del viento. El juego destaca por su realismo en cuanto a sus mecánicas y ofrece tanto un ejercicio mental como una oportunidad para preparar a los futuros controladores de vuelo en un entorno controlado [34].
- **VSTEP - NAUTIS Tug Simulators:** Desarrollado por VSTEP, se trata de un simulador de remolques de buques de carga, que permite al jugador desarrollar competencias en el oficio y enfrentarse a situaciones plausibles en la realidad.

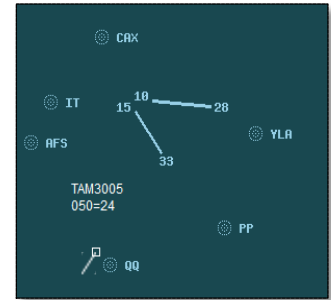


Ilustración 11: Mapa de ATC-SIM

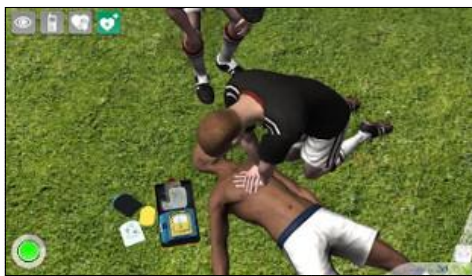


Ilustración 12: Nivel 2 de Staying Alive

“Tug Simulators” es una de las múltiples configuraciones que ofrece la empresa como servicio a sus clientes, entre las que se incluye otros juegos serios basados en sus propias tecnologías [35].

- **Staying Alive:** Permite estar al frente de un personaje cualquiera en un entorno cualquiera, la idea es aprender y practicar las acciones elementales a ejecutar ante un paciente que se derrumba por un infarto repentino, pasando por la reanimación cardiopulmonar hasta el uso de un desfibrilador [36], como lo muestra la ilustración 12.
- **Firefighter Training Simulation – REVAS Process:** Este juego serio te pone al frente de un bombero quien deberá aprender los procedimientos básicos frente a distintos escenarios con el objetivo de extinguir el fuego y rescatar supervivientes. De nuevo y reforzando el modelo de negocio de las compañías dedicadas a esta rama de los videojuegos, este particular es solo uno de los múltiples juegos que ofrece la desarrolladora, Designing Digitally, los cuales se adaptan a las necesidades específicas del cliente [37].

### 1.2.1.2 Concienciación

Estos juegos serios están enfocados en reflejar algo al jugador, ya sea una problemática o una situación que de alguna forma u otra no es del conocimiento de todos o bien no ha sido correctamente difundida. En tal sentido constituyen un importante medio de difusión al acercar al público información sobre temas que pueden tener una gran relevancia global, como el cambio climático o la salud pública.



Ilustración 13: Captura de Catch the Sperm II

- **Catch the Sperm II:** Se trata de un juego serio de concienciación sexual donde deben arrojarse condones a oleadas de espermatozoides que a su vez vienen mezclados con virus y bacterias causantes de ITS (Infecciones de Transmisión Sexual, ver ilustración 13). El juego permite enviar datos anónimos de los participantes y comparar puntuaciones con el resto de los jugadores a nivel mundial [38].

- **Tourette Quest:** Aunque aún en desarrollo, este juego tiene una mecánica y ambientación similares a las de *The Legend Of Zelda* para NES; no obstante la diferencia yace en que el protagonista sufre del síndrome de Tourette (el cual es un trastorno que produce una serie de tics físicos y vocales en los afectados) y este no sólo tendrá que lidiar con monstruos y una barra de vida sino también con una barra de estrés que se incrementa cada vez que se suprime un tic. Si estos no son suprimidos, el personaje se comportará de manera extraña o perderá vida poco a poco [39].

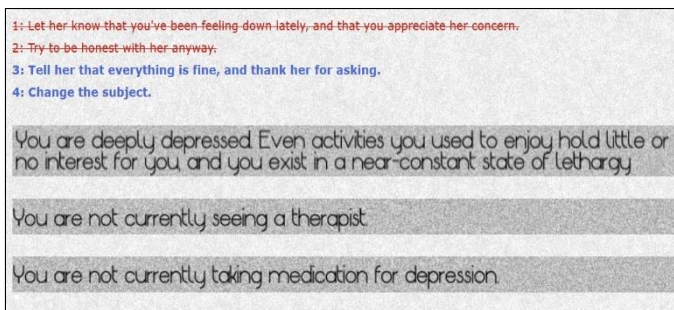


Ilustración 14: Tomando decisiones en *Depression Quest*

- **Depression Quest:** Este ejemplo pone al jugador en la piel de un sujeto entrando en una severa pero sigilosa depresión, haciendo uso de una banda sonora bastante apropiada para su situación y presentando los eventos del juego a través de profundas narraciones sobre el lento descenso del personaje principal. El jugador puede optar por buscar una salida al problema o en cambio experimentar como la vida del protagonista empieza a desbaratarse a causa de su condición (ver ilustración 14). El juego cumple con el propósito de acercarle al público el estado emocional y psicológico de las personas que atraviesan esta enfermedad, promoviendo la solidaridad con los mismos y dándoles a entender que no se encuentran solos en ese problema.

### 1.2.1.3 Educativos



Ilustración 15: *Captura de Electricity*

desarrollo académico.

Estos apuntan a la generación de conocimiento y normalmente se enfocan en las etapas básicas del aprendizaje como lo es la educación preescolar, primaria y secundaria. Sin embargo también podrían encontrarse juegos serios educativos con temas más maduros y complejos. Las estadísticas expresan que para la actualidad, cerca de un 25 % de los juegos serios caen en esta categoría; la razón de este hecho parece más que justificable si se tiene en cuenta la tendencia global de relacionar los procesos educativos con el entretenimiento, en aras de incentivar a los estudiantes en su proceso de

- **Electricity:** Aunque podría clasificarse también como de concienciación, este juego enseña formas de generar energía alternativa a aquellas basadas en combustible fósil al proveer al jugador de una ciudad donde puede construir desde plantas de energía eólica hasta aeropuertos, siempre teniendo en cuenta el balance entre la inversión y la ganancia [40] (ver ilustración 15).
- **Monster Numbers:** Es un juego diseñado para dispositivos móviles y pensado para niños y jóvenes de entre 4 y 16 años. Teniendo a una ardilla bastante carismática como protagonista, plantea la superación de niveles tipo plataforma haciendo uso de aptitudes matemáticas sencillas como las operaciones básicas y el manejo de conjuntos [41].



- Duolingo: Este juego serio es bastante particular puesto que permite aprender y practicar un idioma al tiempo que se traducen sitios web en ese lenguaje. Un jugador tiene que realizar determinadas acciones, como elegir el verbo correcto en una oración, para poder ganar puntos e ir avanzando en el juego (ilustración 16); a medida que vaya ganando experiencia, podrá trabajar en la traducción de sitios web externos. Para garantizar la veracidad de las traducciones, se pueden puntuar las mismas y de este modo asegurar que sean de calidad [42].

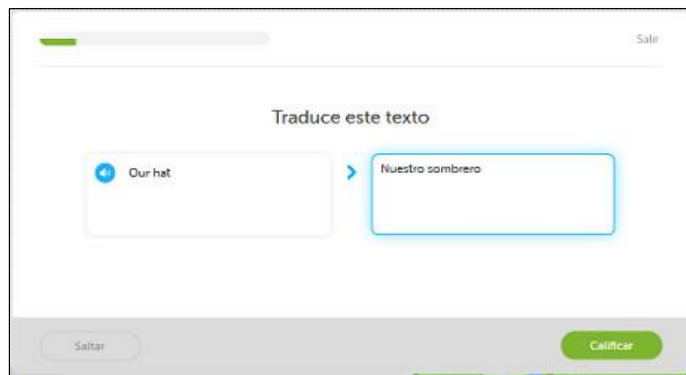


Ilustración 16: Examen de nivelación en Duolingo

#### 1.2.1.4 Utilitarios

Esta clasificación en particular se refiere a aquellos videojuegos creados con un propósito adicional al entretenimiento, por ejemplo el demostrativo, más que como un producto final en sí. Contiene todos los “títulos” que más que servir para alguna de las categorías anteriores, termina por ser el producto de una investigación o como apoyo a una teoría, planteamiento o situación particular donde el juego en si no tiene protagonismo. Su existencia permite abarcar un conjunto bastante reducido de videojuegos que no pueden ubicarse en alguna de las categorías anteriores.

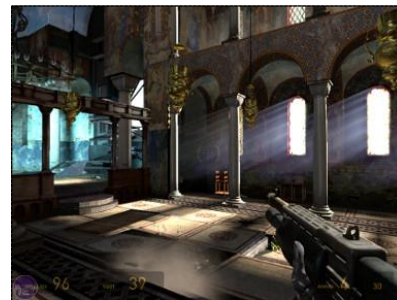


Ilustración 17: Captura de Half Life 2: Lost Coast

- Half-Life 2 - Lost Coast: Lanzado el 27 de octubre de 2005, este juego serio no es más que un nivel cancelado del original Half-Life 2 (ver ilustración 17). La idea del mismo es ofrecer una escena navegable para demostrar la implementación de la tecnología High Dynamic Range (HDR) en el motor *Source*, además de un sistema de comentarios para relatar puntos de interés en el juego (disponibles una vez superado el nivel a modo de contenido adicional). En este caso, el protagonista, Gordon Freeman, debe destruir un lanzador de misiles de los antagonistas del juego, que se encuentra oculta en un pueblito pesquero. Todo el recorrido está plagado de los mencionados comentarios de los desarrolladores acerca de cómo implementaron la técnica y que otras bondades visuales ofrece el renovado motor *Source*, para acabar con un título de poco más de 30 minutos de duración y cuya finalidad va claramente más allá del entretenimiento.

- Genes in Space: Este ejemplo está disponible para iOS y Android, consiste en un juego de naves espaciales que ponen al jugador a recolectar un recurso llamado Element Alpha para progresar en la trama. Entra en esta categoría puesto que a la vez que se juega, se analizan anomalías en el código genético humano para encontrar patrones cancerígenos, haciendo uso de las decisiones del jugador en las mecánicas del juego y permitiendo que los datos que originalmente se procesarían en horas, sean procesados en minutos gracias a la audiencia masiva que puede generar un buen videojuego [43].



Ilustración 18: Demostración del uso del control del Wii junto a su resultado en el juego, a la izquierda. Nótese el Wii Remote en las manos de la jugadora, a la derecha.

- Wii Sports: Lanzado en 2006 por Nintendo [44] junto a la entonces recién estrenada consola *Wii*, fue pensado para exponer todas las nuevas características de la plataforma

que estrenaba en el mercado una forma más natural de control basada en la detección de movimientos. El *Wii* incluye un control compuesto de dos dispositivos, llamados *Wii Remote* y *Nunchuck* (ver ilustración 18), que junto a un sensor conectado a la consola, permite la captura de los movimientos de los brazos del jugador, creando nuevas posibilidades de manejo y diseño de videojuegos. *Wii Sports*, aunque diseñado como un título de entretenimiento, fue especialmente desarrollado para explotar el potencial del control del *Wii*, ofreciendo distintos deportes que el jugador debía practicar como el golf, tenis, béisbol y bolos.

## Capítulo 2: Diseño de la solución

Habiendo establecido el contexto social e histórico de los juegos serios y la necesidad de concienciación ciudadana, este capítulo se orienta netamente a describir la definición y diseño de Mimic como una aproximación a la solución del problema descrito. La estructura se divide en la concepción de la idea, sus objetivos, los medios para acometerlos, los mecanismos concretos empleados para ello con una revisión detallada en cada caso y la revisión del videojuego como un producto terminado desde el punto de vista de su clasificación, contenido y presentación.

### 2.1 Mimic: de un Juego Serio de concienciación a un videojuego

En el capítulo anterior ya se menciona la importancia del videojuego desde múltiples puntos de vista, como la relevancia en el mercado y su potencial de difusión. Si se parte de la idea de que el objetivo de concienciar debe pasar por la demostración de un concepto o hecho, resulta coherente postular un videojuego como mecanismo de distribución de estos.

“*Mimic*” proviene del término homólogo en inglés, que significa “imitación” según la traducción al español. No por coincidencia es el nombre escogido para la solución desarrollada. La idea parte de un concepto crucial expuesto anteriormente: “(...) *es sabido que tomamos más participación de aquellas actividades o temáticas que nos competen, pero especialmente aquellas que nos afectan de un modo particular. (...)*”; esto sugiere que el mayor impacto en términos de estrategias de concienciación yace en presentar el hecho en cuestión en un contexto atado fuertemente al sujeto objetivo, dado que se trata de un entorno conocido por éste y la aceptación o rechazo del hecho vendrá de la mano de estas condiciones. En términos más sencillos: es más fácil generar impacto en el sujeto respecto a temas que le afecten y competan que introducir conceptos e ideas totalmente nuevas o ajenas en su flujo de pensamiento.

Más adelante se explicará el fundamento de la imitación dentro del alcance de Mimic. De momento, conviene considerar que esto será un concepto clave en el diseño de la solución. Con este hecho en cuenta, resulta difícil imaginar un juego serio en algún soporte no digital que permita imitar algo por sí mismo. Aunque la idea no se descarta por completo, es poco menos que lógico aprovechar el auge tecnológico de ésta era para distribuir la posible solución objeto de este trabajo.

Mimic debe ser obligatoriamente un juego serio en un soporte digital: un videojuego. Un sistema automático capaz de responder al comportamiento del jugador.

### 2.2 Transmitir conciencia ciudadana

El qué transmitir es una interrogante cuya respuesta puede extenderse a sobremanera por la amplitud del tema y la problemática social. Esto vuelve necesario delimitar y simplificar el compendio de hechos posibles y convertirlo en una lista sencilla y manejable.

En primer lugar, el problema de las ciudades y el comportamiento de sus habitantes parte de la convivencia y la interacción directa o indirecta entre ellos. Sin embargo, es en los puntos de mayor afluencia donde esta realidad se vuelve tangible. Espacios como el transporte y las vías públicas, así como centros de trabajo son los sitios donde se concentra la mayor parte de la población durante las horas laborales; no menospreciando pero descartando sin embargo los centros educativos ya que las interacciones acontecidas ahí no entran en el alcance de este trabajo.

Entonces la solución propuesta debe transmitir conceptos de conciencia ciudadana en el marco de los espacios descritos. La limitación a estos resulta conveniente tanto por razones prácticas como de investigación.

Para la elaboración de esta lista, debemos considerar que los conceptos mencionados tienen una base y un criterio sencillo: todo aquel comportamiento humano que genere consecuencias negativas directas o indirectas a otro individuo. Con esta concepción, no es necesario repetir el trabajo hecho y podemos hacer uso de las reglas de conocimiento y divulgación pública que hoy funcionan –o se plantean– en la sociedad; partir de estas permitirá establecer y responder la pregunta inicial sobre qué debe transmitir Mimic.

### 2.2.1 Algunas reglas y convenciones sociales en las ciudades

A continuación se mencionan algunos puntos establecidos, sin ir muy lejos, en la propia ciudad de Caracas. Divididos por espacios y/o contextos públicos y tomados directamente de la observación en ellos:

#### **Metro de Caracas:**

- *Evitar el consumo de alimentos y bebidas en todas las áreas del sistema*
- *Prohibido el porte de armas*
- *Prohibida la ingesta de bebidas alcohólicas, estupefacientes y el cigarrillo*
- *Prohibido el transporte de mascotas y otros animales*
- *Mantener los dispositivos de sonido apagados si no se cuenta con audífonos*
- *Esperar el tren detrás de la franja amarilla dispuesta en el borde de cada andén (como en la publicidad de la ilustración 19)*
- *No obstaculizar el cierre de puertas de los trenes*
- *Mantener los bolsos y carteras a los costados en lugar de en la espalda*
- *Las zonas delimitadas son para uso preferencial de personas discapacitadas, tercera edad y mujeres embarazadas*
- *Depositación de los desechos en los contenedores dispuestos para ello*
- *Mantener la higiene en todas las áreas del sistema*



Ilustración 19: "No pase la franja amarilla", una de las normas publicada oficialmente por el Metro de Caracas

#### **Autobuses del sistema de transporte público:**

- *Evitar el consumo de alimentos y bebidas en las unidades*
- *Prohibido el porte de armas*
- *Prohibida la ingesta de bebidas alcohólicas, estupefacientes y el cigarrillo*
- *Prohibido el transporte de mascotas y otros animales*
- *Mantener los dispositivos de sonido apagados si no se cuenta con audífonos*
- *Mantener la higiene en todos los espacios de la unidad*

### Vía pública:

- Circular por el lado derecho en todo momento
- Respetar el rayado en los cruces peatonales
- No estacionar en salidas de emergencia, cruces, ni cerca de hidrantes
- Respetar las señales, como semáforos, carteles y otros artefactos de notificación, prevención y prohibición
- Si se conduce, utilizar el cinturón de seguridad y respetar los límites de velocidad establecidos según el tipo de vía y canal de circulación
- Depositar los desechos en los contenedores dispuestos para ello
- Mantener la higiene en todos los espacios de la vía
- Si se conduce, evitar el uso del claxon o corneta en situaciones de alta densidad de tráfico

Los tres contextos expuestos con sus respectivas reglas, aunque breves, son una muestra importante para el objetivo de Mimic, puesto que son los espacios que concentran el grueso de la población de una ciudad a lo largo del día. Es notable como entre los tres ejemplos hay normativas comunes y todas explican por sí solas el por qué deben acatarse. El hecho de seleccionar un conjunto tan trivial permite postular una idea: el problema social no se trata de desconocimiento o falta de entendimiento de la normativa en sí.

No obstante, conviene recordar la utilidad de algunas de estas normas.

- **Evitar el consumo de alimentos y bebidas en las unidades:** la higiene en los espacios públicos no es solo un indicador de madurez de una sociedad sino una necesidad sanitaria. La ausencia de esta puede derivar en enfermedades por las plagas que suelen atraer, desde insectos rastreros hasta roedores, todos portadores de múltiples patologías. La ingesta de alimentos y bebidas en espacios públicos conduce al depósito de residuos que conllevan a las consecuencias descritas.
- **Circular por el lado derecho en todo momento:** esta norma tiene un fundamento práctico fácil de evidenciar en dos frentes. En primer lugar, mantener la circulación por un solo lado de la vía permite que los individuos que viajan en dirección contraria –siempre que respeten la misma regla– cuenten con un espacio despejado. Segundo, el lado izquierdo queda a disposición de aquellos que lleven prisa respecto al flujo derecho. En general, acatar esta idea sencilla garantiza la efectividad del tránsito, tanto vehicular como peatonal, y permite disminuir los conflictos por colisiones u obstrucción.
- **Mantener los dispositivos de sonido apagados si no se cuenta con audífonos:** en los últimos años y desde la masificación de los equipos multimedia portátiles, se ha vuelto popular y necesaria la promulgación de esta regla. La reproducción de audio con un volumen excesivo o incluso suficiente para que otra persona distinta al usuario lo escuche es la razón de ser de esta convención. Desde el punto de vista más subjetivo, los seres humanos tienen distintos intereses y aficiones, mientras que desde un punto de vista objetivo la emisión de sonido puede perturbar a otras personas. Ambas razones tienen un solo móvil y es que no se tiene otra opción más que escuchar cuando se transita en espacios cerrados como un vagón del metro o un autobús. Las personas alrededor del infractor están obligadas a percibir el sonido, lo que puede generar malestar no solo por la perturbación del orden sino por el contenido del audio o la potencia del mismo.



Ilustración 20: Ejemplo de cartel divulgado por el Ministerio del Poder Popular para la Salud

Un ejemplo muy claro se evidencia con mucha frecuencia en el Metro de Caracas. Los infractores suelen utilizar sus teléfonos celulares para reproducir música sin audífonos, en horas pico y comúnmente en presencia de un retraso en el sistema. Huelga decir que nadie puede salir del vagón en la mitad de un túnel y salvo la alternativa de la confrontación, es poco lo que se puede hacer al respecto.

- ***Prohibida la ingesta de bebidas alcohólicas, estupefacientes y el cigarrillo:*** esta es una de las reglas que a simple vista parece pertenecer a la lista de las menos respetadas. Particularmente con la ingesta de alcohol y el consumo de cigarrillos. Desde el año 2011, el Ministerio del Poder Popular para la Salud (Venezuela) reafirmó la vigencia de esta normativa y exigió a comercios y otras instituciones la promulgación de carteles haciendo referencia a la misma (ver ejemplo en la ilustración 20). En contraparte, el número de fumadores no parece haber disminuido, ni tampoco aquellos que en plena vía pública cierran la semana bajo estado de ebriedad.

El artículo 3 de la promulgación expresa: “Queda prohibido fumar o mantener encendidos productos de tabaco en áreas interiores de los lugares públicos y en los lugares de trabajo, cualquiera sea su uso incluyendo el transporte.”. En contraste, no resulta difícil encontrar conductores que ignoran esta regla a escasos metros de los carteles mencionados.

Con el conjunto de normativas definido, se puede observar la dimensión en que la solución propuesta fue construida. El juego serio en cuestión toma un subconjunto de la lista anterior y lo plasma en mecánicas de juego explicadas más adelante en el trabajo, con el objetivo de influenciar al jugador en el entendimiento de estas y propiciar su acato en consecuencia.

En concreto, Mimic incluye y trata los siguientes conceptos de concienciación ciudadana:

- Ingesta de bebidas y alimentos en espacios públicos
- Respeto por las señales de la vía pública, como los semáforos
- Mantenimiento de la higiene en los espacios públicos
- Uso de audífonos para la reproducción de música
- Respeto por el espacio de otros ciudadanos, con base en el concepto tras la dinámica de mantener los bolsos y carteras a los lados
- Respeto por el orden público, con base en el uso excesivo de la bocina o claxon en vehículos
- Obstrucción del cierre de puertas en los trenes del Metro

## **2.3 ¿Cómo distribuir conciencia ciudadana en Mimic?**

En la introducción del trabajo se menciona brevemente la natural resistencia mental al cambio como un obstáculo para la promulgación de hechos y conceptos en el marco del proceso de concienciación. Esta realidad lleva a la búsqueda constante de alternativas para la promulgación de estas ideas. Cuesta encontrar algún tipo de campaña pos conciencia que abiertamente establezca “no hagas esto”, “no hagas aquello” y la razón muy probablemente yace en que intentar profundizar en la mente del individuo de una forma tan abierta puede producir poco menos que rechazo. Observemos los medios tradicionales de difusión de estas campañas, como la televisión, radio y prensa. Es inverosímil imaginar un cambio radical o significativo en la conducta del sujeto tras experimentar una difusión cargada de mensajes directos –casi como ordenes- sobre qué hacer y cómo hacerlo. En su lugar, las iniciativas de concienciación se decantan por mensajes sutiles más orientados a la práctica que al concepto en bruto.

Siguiendo esta misma línea, Mimic no está orientado a impartir y detallar reglas de convivencia ciudadana al jugador. En ningún punto el juego ofrece una explicación o menciona de forma alguna el problema planteado ni sus soluciones; en su lugar, asume una estrategia sutil al incluir estos elementos y mezclarlos con una historia, ambientación y temáticas separadas pero necesarias para el proceso de concienciación que se busca alcanzar. A

través de los niveles del videojuego se busca evidenciar como la carencia o acato de esas reglas puede tener un impacto en el entorno y en consecuencia en el jugador y el personaje principal.

Esto último es vital y sirve de intersección con los planteamientos establecidos hasta el momento:

- En primer lugar se evita la confrontación con el jugador y su resistencia mental. El juego no lista reglas o normas.
- A su vez, se integra al jugador en una dinámica típica de un videojuego: ejecutar acciones para cumplir objetivos; tal que el individuo pueda familiarizarse con el entorno y sus variables, y en mayor o menor grado relacionarse con este. Este punto tiene sentido bajo la idea de que la concienciación es más eficaz respecto a temas que competen al sujeto o le impactan de alguna manera.
- El juego gana libertad al poder hacer uso de mecánicas lúdicas y más atractivas en lugar de la promulgación abierta de reglas. Esto beneficia e impulsa el aprovechamiento del videojuego como mecanismo de difusión.
- Evidenciar las consecuencias del acato o desacato de las normas de convivencia tiene no solo un fin práctico para el juego, sino que sirve de desenlace para las acciones del jugador. Mimic imita el comportamiento de este, exponiendo el mismo efecto en cadena presente en la realidad.

En definitiva, Mimic reúne una serie de convenciones ciudadanas y las evalúa contra las decisiones del jugador, de acuerdo a su comportamiento el juego responderá de una u otra forma y los personajes del juego reaccionaran a este de manera similar, generando malestar en el protagonista de la historia.

## **2.4 Mecanismos de transmisión de conciencia ciudadana en Mimic**

Con la idea planteada de concienciación y el alcance de esta, la presente sección cubre los principales elementos del juego que permiten llevar a la realidad parte de los objetivos del trabajo especial de grado y de la aproximación a la solución en sí. Por simplificación, se tratará inicialmente solo con los componentes y funcionalidades estrictamente asociados a la convivencia ciudadana, posponiendo la explicación de otros aspectos clave que sirven de base y dan forma a Mimic como un todo.

### **2.4.1 Sistema de ímpetu y estrés**

Es una práctica común en los videojuegos el delimitar la longitud de la partida utilizando un sistema de “vidas” o “energía”. Habitualmente los jugadores se ven en la necesidad de lidiar con los retos y objetivos propuestos en el título de la mano con la posibilidad de no poder avanzar si se agota la cantidad de vidas del personaje del juego, el número de créditos o la cantidad de energía –por mencionar sólo algunas de las metáforas implementadas hasta hoy-

Mimic aprovecha este concepto ampliamente conocido y lo implementa en forma de dos medidores: ímpetu y estrés. Es importante reafirmar antes de detallar cada uno que ambos son críticos en el desempeño del juego. Un exceso de estrés o una ausencia de ímpetu derivan en el colapso del personaje y la pérdida de la partida, teniendo que reiniciar el nivel. A la práctica, ambos conceptos pueden interpretarse como “dos barras de vida” que deben ser vigiladas en todo momento para evitar los extremos fatales.



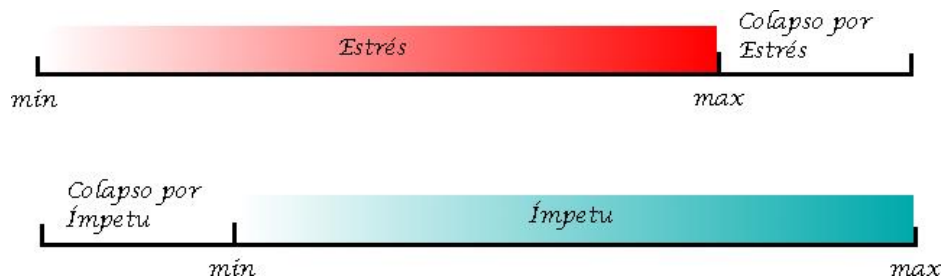


Ilustración 21: Dinámica de colapso para el ímpetu y estrés en Mimic

**El ímpetu** es un valor asociado a la energía y ánimo del personaje. Sin este valor, el jugador no podrá realizar ninguna actividad. Se consume en actividades asociadas con el trabajo y el esfuerzo físico y se recupera con actividades de descanso y alimentación. Algunas de las tareas que tienen impacto sobre el ímpetu son:

- Comer
- Dormir
- Echarse en un banco
- Trabajar

**El estrés** se asocia con la carga de trabajo y ánimo lúdico del personaje. En este caso se debe vigilar que este valor no sobrepase un límite. El estrés se genera en actividades que propicien desgaste mental para el protagonista y se reduce con tareas lúdicas y de esparcimiento. Algunos ejemplos encontrados en el juego son:

- Trabajar
- Ver televisión
- Cotillear
- Escuchar música alta

Ambos valores, aunque poco comunes en juegos, se establecieron y pensaron para emular las principales influencias en el comportamiento del humano adulto. El estrés es común en lugares de trabajo y en la jornada diaria de los ciudadanos. Está demostrado que el exceso de estrés no sólo altera la conducta inmediata del individuo sino que conduce a patologías degenerativas como la depresión y el daño a órganos del cuerpo, el sistema respiratorio y circulatorio. Es importante y un tema vigente en empresas actuales el mantener los niveles de estrés al mínimo para favorecer la salud del trabajador.

El ímpetu, por su parte, está asociado a la energía y la motivación que el humano lleva en su día a día. Se ha comprobado que la desmotivación tiene un papel importante en el desempeño de actividades cotidianas y múltiples estudios señalan que el estado emocional tiene una participación crítica en la correcta consecución de tareas.

Ambas condiciones, en sus extremos, introducen modificaciones al comportamiento del sujeto (ver ilustración 21). La idea de incluirlos en Mimic no tiene un trasfondo netamente lúdico sino que sirve de móvil para modelar y retar al jugador. En la vida real, una persona bajo altos niveles de estrés presenta poco respeto por las normativas civiles y en algunos casos esta situación deriva en conductas agresivas. En el juego, las alternativas más eficientes para disminuir el estrés en el personaje son justamente aquellas que pasan por alto las reglas de convivencia ciudadana.

Esta mecánica tiene el mismo fundamento para el ímpetu y la idea detrás de ella es aliviar la imposibilidad de estresar o cansar realmente al jugador al ofrecerle opciones atractivas para un humano que se encuentre en estas condiciones



extremas. De esta forma, se logra que el jugador aproxime su razonamiento a una hipotética crisis real sin los impactos negativos que esta conlleva.

Finalmente, la inclusión de ambos valores también sirve como base para el propósito principal del juego. Es necesario influenciar acciones anti ciudadanas en el jugador para que el juego pueda hacer visible sus consecuencias con el sistema de imitación implementado.

## 2.4.2 Sistema de entropía

La Real Academia Española define la entropía como sigue: “*Medida del desorden de un sistema. Una masa de una sustancia con sus moléculas regularmente ordenadas, formando un cristal, tiene entropía mucho menor que la misma sustancia en forma de gas con sus moléculas libres y en pleno desorden.*”.

En términos de Mimic, la entropía es un indicador del desorden de la ciudad en la que se desencadenan los elementos del juego. Este valor es el parámetro principal para que el juego adapte su presentación a las acciones del jugador. Por ejemplo, si el jugador decide emprender alguna tarea que atente con alguna normativa ciudadana, el nivel de entropía aumentará ligeramente, situación contraria tras la ejecución de actividades civilizadas. Cuando el nivel de entropía comienza a ser considerable, el juego presenta las consecuencias a través de espacios sucios, con grafitis y ciudadanos cuyos comportamientos escapan a las normas de convivencia (ver relación caos-entropía en la ilustración 22). La entropía en Mimic se mide en una escala del 0 (cero) al 100 (cien), donde los niveles más bajos propician una ciudad menos caótica y los niveles altos traen consigo una serie de consecuencias para el jugador.

Algunos ejemplos de actividades que tienen impacto en la entropía son:

- Escuchar música alta
- Ignorar el semáforo
- Tocar corneta en una cola
- Dormir en el trabajo

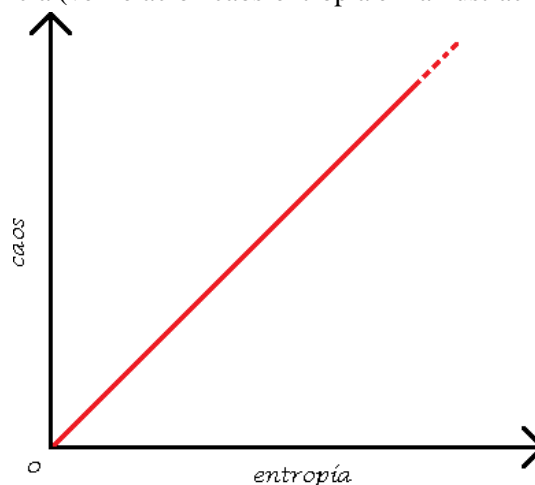


Ilustración 22: Relación directa entre la entropía y el caos en Mimic

Un aspecto importante de la entropía es que a diferencia del ímpetu y el estrés, este no se explica ni muestra al jugador en ningún punto del juego. Se trata de un medidor interno que facilita la adaptación de los escenarios y los eventos de la historia, pero su existencia no es presentada. Esto obedece a la necesidad de mantener al jugador enfocado en la consecución de los objetivos del juego a la par de mantener estables los niveles de ímpetu y estrés, de manera que las secuelas de sus actos se presenten de forma sutil, gradual y aparentemente no controlada.

Bajo esta óptica, puede sonar contraproducente intentar transmitir conceptos de conciencia ciudadana de forma indirecta y bajo una aparente falta de control por parte del jugador. No obstante, la entropía no sirve únicamente para presentar un nivel sucio y caótico, sino que tiene un papel crucial en el comportamiento de los ciudadanos virtuales, que son una pieza clave en el sistema de concienciación propuesto.

Por su parte, la alternativa de mostrar una “barra de entropía” en la interfaz de usuario y relacionarla abiertamente con los sucesos y desidia de los escenarios, pone al jugador en la tarea de mantener controlado este valor sólo para

continuar la partida, pasando por alto el concepto que el juego intenta difundir. En la vida real no hay un indicador de entropía que determine el desenvolvimiento de las ciudades por sí solo, en cambio conviven una amplia gama de factores que se unen para generar un comportamiento que hasta los momentos es solo predecible pero altamente difícil de determinar. Para el caso de este trabajo, la idea es que el jugador entienda por sí mismo la relación entre sus infracciones y el estado del juego, como un sutil guiño que en el mejor de los casos no debería encontrar resistencia en la mente del sujeto.

En definitiva, la entropía permite a Mimic cuantificar las infracciones o acatos del jugador a las normativas integradas en el juego.

### 2.4.3 Ciudadanos virtuales en Mimic

De momento se ha establecido como el juego cuantifica el comportamiento del jugador a través de los tres valores descritos. No obstante, queda por mencionar de qué maneras estos interactúan y como la desidia que se manifiesta en la ciudad con base en el grado de entropía puede influenciar realmente el comportamiento del jugador.

En primer lugar, se expuso el mecanismo de poblar los niveles del juego con basura y grafitis a medida que la entropía sube. También se comentó que los ciudadanos del juego actuarían de forma no civilizada frente a este escenario.

Para esto, Mimic cuenta con ciudadanos virtuales distribuidos en gran parte de los niveles del juego (ver diseño en la ilustración 23). Su papel es el de acompañar al jugador en su recorrido por los distintos espacios públicos como el tren y los autobuses. El comportamiento de estos individuos es normalmente aleatorio y no conlleva ningún riesgo para el jugador. En el apartado visual y como detalle adicional no poseen ninguna característica que permita distinguirlos entre sí, puesto que son personificados por maniqués de madera; esto último tiene la finalidad de centrar al jugador en la relación caos-comportamiento en lugar de asociar conductas a ciudadanos en particular. Desde un punto de vista netamente práctico sirven para brindar realismo y credibilidad a la ciudad donde se desarrolla el juego y en ningún momento interactúan de forma directa con el protagonista.

Si lo que se quiere es influenciar el cambio de comportamiento en el jugador y transmitir un mensaje social, ensuciar un conjunto de paredes y espacios virtuales tienen poco o ningún efecto a favor, ya que por sí solos no representan un móvil de cambio suficiente. Cuando el nivel de entropía aumenta, los ciudadanos virtuales asumen conductas infractoras como ingerir alimentos en el metro y escuchar música a alto volumen. Es en este punto donde el estrés y la entropía se unen.

Existe una relación directa entre el valor de la entropía y las acciones de los ciudadanos virtuales. Mientras más alta sea la entropía, es más probable que estos individuos cometan alguna infracción y para que esto tenga algún impacto en el jugador Mimic cuenta con un protagonista sensible al entorno: si un ciudadano come en un espacio no dispuesto para ello, el nivel de estrés del personaje subirá ligeramente. Mientras más ciudadanos incurran en este tipo de conductas, mayor será el impacto en este indicador.

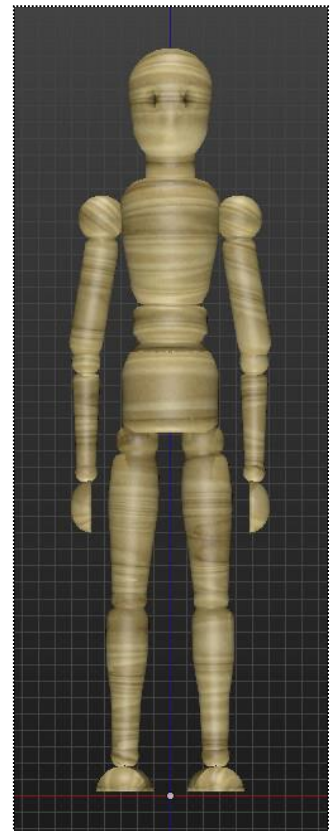


Ilustración 23: Ciudadano virtual de Mimic, apodado "Eve" del inglés *E*Veryone *E*lse

De este modo, se logra que el jugador deba no solo acometer los objetivos propios del juego sino velar porque sus valores de estrés se mantengan en un nivel aceptable frente a la influencia de sus propias actividades y del impacto del comportamiento de los ciudadanos en el protagonista. Cuando el nivel de entropía alcanza los niveles mayores, Mimic requiere un esfuerzo constante del jugador para tratar de evitar un colapso por estrés. La ironía aparece cuando los métodos más inmediatos de reducción yacen precisamente en actividades generadoras de entropía, lo que produce un efecto en cadena difícil de detener y que pondrá al sujeto en la disyuntiva de continuar con el esfuerzo o concluir que sus acciones están generando un cambio perjudicial en el entorno y estas deben ser rectificadas.

#### 2.4.4 Sistema aleatorio de eventos

Como estrategia para brindar dinamismo, el juego incorpora una serie de elementos aleatorios cuya aparición está basada en distintos indicadores a la par de los ya expuestos. Al igual que en las secciones anteriores, esta se centra únicamente en aquellas concernientes al proceso de concienciación.

En el caso particular de los ciudadanos virtuales, se tiene una serie de comportamientos que entran o salen de la lista de normativas consideradas por Mimic. Estos comportamientos, como por ejemplo el apoyar los pies en los asientos del metro o mirar a los lados mientras viajan en autobuses, son especialmente evidentes antes niveles de entropía altos, puesto que representan un cambio drástico en la conducta habitual de los personajes.

Cuando la entropía se encuentra baja, el ciudadano virtual alternará de forma aleatoria entre conductas civilizadas acordes al contexto, lo que brinda un nivel de verosimilitud mayor y por consecuencia una inmersión superior para el jugador. En contraste, cuando el nivel de entropía sube, los ciudadanos empiezan a mostrar comportamientos infractores que aparecen paulatinamente y cada vez con mayor frecuencia. En general, estas acciones están contenidas en dos o tres posibilidades y una vez el juego ha decidido que deben aparecer, la selección de las mismas se lleva a cabo. Ambas decisiones son no determinísticas y obedecen a una probabilidad.

El diagrama en la ilustración 24 expresa el flujo del comportamiento de los ciudadanos virtuales. Cada condicional obedece a una probabilidad fija menos el resaltado en rojo, donde los comportamientos infractores se desencadenan en proporción con la entropía. Es de notar que el comportamiento puede ser cíclico, lo que brinda mayor realismo a esta dinámica.

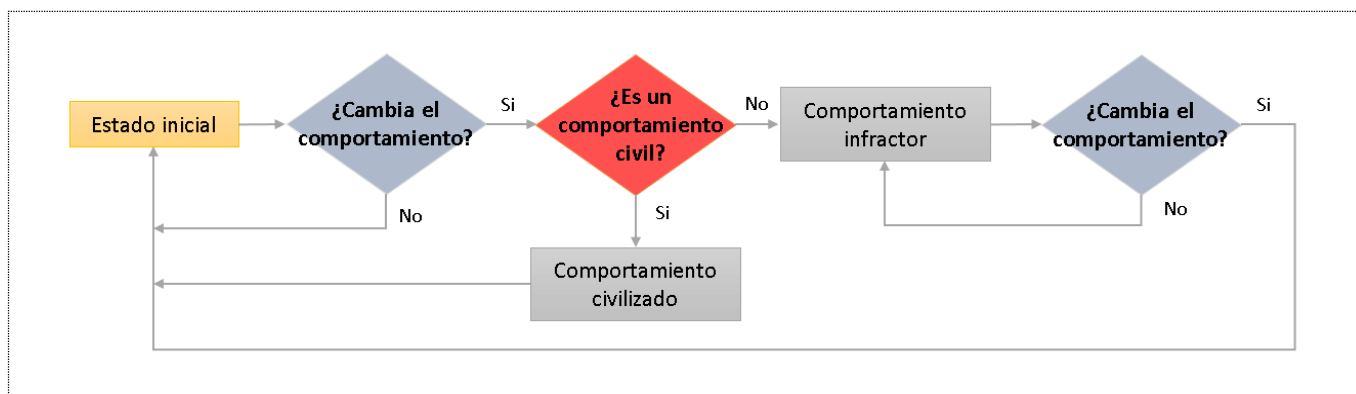


Ilustración 24: Diagrama de flujo del comportamiento aleatorio de los ciudadanos virtuales en Mimic

## 2.4.5 Sistema determinístico de eventos

A la par del sistema aleatorio, existe un sistema determinístico que responde a ciertos patrones y parámetros relacionados directamente con las acciones del jugador y su progreso. Mientras que los eventos aleatorios introducen variedad no controlada, los eventos determinísticos en forma de escenas tienen la finalidad de brindar consecuencias tangibles a la experiencia de juego que sí o sí deben estar presentes bajo ciertas condiciones.

Por ejemplo, cuando el jugador alcance un progreso considerable en el objetivo del juego, se presentará un nivel que abrirá nuevas mecánicas u ocurrirá un evento que impacte en el estado del protagonista. En los casos más extremos, algunos de estos eventos pueden significar el fin de la partida y la necesidad de reiniciar cuando menos el último nivel.

La lógica tras el desencadenamiento de estos eventos yace directamente en tres aspectos: las decisiones del jugador, la entropía y el progreso del juego. En términos prácticos, existen dos formas de presentación de estos eventos:

- **Eventos dentro de la escena:** en este caso los eventos determinísticos se presentan dentro del nivel en sí, en forma de un diálogo entre los personajes o actividades adicionales que se desbloquean por acciones previas del jugador. Por ejemplo, en un nivel el jugador puede verse ante la necesidad de tomar una decisión y las opciones disponibles pueden depender de la entropía.
- **Eventos por escena:** constituyen aquellos eventos que se presentan como un nivel entero. En el caso de Mimic, hay una serie de situaciones que se desencadenan únicamente cuando la entropía se encuentre cerca de 100 y estas no pueden ser jugadas en caso contrario. Por ejemplo, el jugador puede estar avanzando de un nivel a otro pero antes de cargar el próximo, se puede presentar una escena que relate algún evento de la historia desencadenado por las condiciones actuales del juego.

## 2.5 Diseño y funcionalidades de Mimic

Fuera del ámbito del proceso de concienciación, Mimic incorpora múltiples funcionalidades planteadas tanto para generar elementos lúdicos en el juego como para dar forma y estructura a éste. Esta sección cubre aspectos que completan la totalidad del diseño de la solución planteada y no se restringe al proceso de concienciación per se. Los elementos expuestos parten desde el planteamiento general del juego, la dificultad, su distribución en escenas y capítulos, la descripción de sus personajes, las actividades disponibles para el jugador junto a los impactos en términos de ímpetu, estrés y entropía, los comportamientos de los ciudadanos virtuales y el hilo argumental de Mimic.

### 2.5.1 Planteamiento de Mimic

El videojuego serio producto del presente trabajo está basado en una serie de eventos que relatan la vida de un personaje de sexo masculino a través de dos contextos importantes en su historia particular: su educación primaria y su trabajo. Mimic pone al jugador al mando de este sujeto y le permite que tome decisiones sobre su comportamiento en distintas eras y niveles.

Como mecánica de juego, se propone un objetivo inicial al jugador que debe completar realizando tareas específicas. Estas tareas puede realizarlas en distintos espacios, como una mesa de trabajo o en el transporte público y se brinda la libertad al jugador de decidir cuándo avanzar en este objetivo. Hay escenarios propicios para ello como la

habitación del protagonista o el puesto de trabajo, pero también es posible terminar una asignación poco antes de la fecha límite mientras se viaja en el subterráneo. Las escenas que permiten realizar tareas y dan total control al jugador son conocidas como “de libre albedrío”.

La idea básica se complementa con el estado de ánimo del jugador medido en estrés e ímpetu, tal como fue expuesto con anterioridad. Es esta variación la que sirve de criterio para el jugador al decidir si el protagonista debe trabajar o no en el objetivo en un determinado momento, ya que las tareas asociadas tienen una penalización en los indicadores mencionados que se acentúa cuando no son ejecutadas en los escenarios ideales. De este modo, si el jugador lleva el control del estado del personaje puede aventurarse a avanzar en el objetivo mientras espera sentado en la parada del autobús, pero en los casos donde el ímpetu esté muy bajo o el estrés muy alto resulta contraproducente ponerse manos a la obra y en su lugar el jugador deberá tomar acciones correctivas para regular el estado del protagonista.

Entonces, mantener el equilibrio del personaje y completar el objetivo asignado es el norte del jugador en todo momento.

Tal como fue expuesto en secciones anteriores, a medida que el juego avanza y el jugador realiza actividades se va modificando la entropía. Cuando esta llega a ser muy alta el jugador podría perder la partida por algún evento determinístico o un colapso al verse afectado por el comportamiento de los ciudadanos virtuales y perder el control del estado del protagonista.

### 2.5.2 Dificultad

Mimic ofrece tres niveles de dificultad: fácil, normal y difícil. De todos los aspectos del juego esta sólo regula dos de ellos: la cantidad de ciudadanos virtuales en los escenarios y el impacto que tienen tanto sus acciones como las del personaje en su estado. Nótese que la afectación de la entropía no varía respecto a la dificultad escogida. Al principio del juego, el jugador podrá escoger entre las tres posibilidades y la dificultad no podrá ser cambiada salvo que se inicie una nueva partida.

En términos prácticos, la dificultad viene a impactar en el equilibrio que el jugador necesita mantener mientras completa el objetivo principal. En posteriores secciones se detallan todas las acciones disponibles, más es importante comprender el funcionamiento de las mismas respecto a la dificultad. Por ejemplo, si una actividad como “Comer” genera un incremento de 1 punto en el ímpetu y un decremento de 0.2 en el estrés en la dificultad *media*, los valores serán ajustados en un mayor impacto para una partida en *fácil* y un impacto menos significativo para una partida en *difícil*.

En cuanto a las acciones de los ciudadanos virtuales, la relación es similar sólo que estos impactan únicamente en el estrés del jugador. Cuando la dificultad es alta, el nivel de estrés asciende más rápido que cuando la dificultad es baja. Como complemento, el impacto final de las acciones de los ciudadanos será la sumatoria de sus impactos individuales, razón por la cual la dificultad también tiene un efecto sobre la cantidad de ciudadanos en el nivel, a mayor dificultad más ciudadanos aparecen en la escena acompañando al jugador. Cabe señalar sin embargo, que esta relación no es 1 a 1 y el número definitivo de personajes viene dado por una función aleatoria acotada, tal como lo expresa la ilustración 25.

$$\begin{array}{l}
 \text{Cantidad de ciudadanos} \\
 \text{en escena}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 f(n + 1) \text{ difícil} \\
 f\left(\frac{n}{2} + 1\right) \text{ normal} \\
 f\left(\frac{n}{3} + 1\right) \text{ fácil}
 \end{array}
 \right.
 \begin{array}{l}
 \text{Donde} \\
 n = \text{número máximo posible de ciudadanos} \\
 \text{en la escena} \\
 f(x) = \text{número aleatorio en el intervalo } [1, x)
 \end{array}$$

Ilustración 25: Ecuación para determinar el número de ciudadanos virtuales en una escena de acuerdo a la dificultad

### 2.5.3 Distribución del juego en escenas

Desde un punto de vista de diseño de niveles, Mimic lleva un flujo mayormente lineal puesto que la mayoría de ellos ocurren en secuencia y sin que el jugador pueda saltarlos o alterarlos. No obstante un puñado de ellos puede ser desencadenado bajo ciertas condiciones y son conocidos como escenas futuribles.

El juego está distribuido en tres capítulos que a su vez se reparten en veintinueve escenas o niveles. La distribución de estos es como sigue:

- **Capítulo 1:** sirve como introducción tanto a la historia del protagonista como a las mecánicas elementales del juego. En este capítulo se presenta al jugador las posibilidades de interacción con Mimic y como sus acciones impactan en los objetivos, todo esto a través de ocho niveles ambientados en la infancia del personaje durante sus últimos años de educación primaria.
- **Capítulo 2:** en este se concentra el grueso del juego y hace uso de todas las mecánicas expuestas en el capítulo anterior. Está ambientado durante la adultez del protagonista y presenta un objetivo concreto que debe ser cumplido antes de cinco días virtuales. El capítulo se compone de 20 escenas que en cierta medida rompen la linealidad de la trama, ya que algunas de ellas forman parte del sistema determinístico y bajo ciertas condiciones podrían no llegar a presentarse en ningún momento de la partida. Por otra parte, un subconjunto de escenas genéricas ofrecen al jugador la posibilidad de iterar a través de ellas para avanzar en el tiempo virtual del juego, un recorrido ida y vuelta entre la casa del protagonista y su trabajo.
- **Capítulo 3:** con un único nivel, este último capítulo contiene el desenlace de la historia y demuestra la evolución del protagonista que se encuentra ahora en sus últimos años de vida. Sirve para dar término al juego, desplegar los créditos y permitir que el jugador cargue sus resultados en línea.

Las escenas, por su parte, pueden dividirse en tres categorías: secuenciales, genéricas y futuribles. Esta clasificación permite comprender el flujo de niveles de Mimic y más adelante tomarán sentido junto a la explicación del hilo argumental.

#### 2.5.3.1 Escenas secuenciales

Esta categoría la compone un total de 14 niveles distribuidos entre los primeros dos capítulos. Se les denomina secuenciales porque en general estas escenas suceden una tras otra y no pueden ser saltadas independientemente de las acciones y decisiones del jugador. La tabla siguiente muestra un resumen de cada una junto al capítulo al que pertenecen y el orden:

Tabla 1: Lista de escenas secuenciales

Escenas secuenciales		
Nombre	Capítulo	Descripción
<i>Primaria_1</i>	1	Presentación del personaje principal en un salón de clases de primaria. Se ofrece al jugador la primera oportunidad para tomar decisiones respecto a los eventos del juego y se asigna el primer objetivo principal.
<i>Habitación_1</i>	1	Presentación del espacio de trabajo del protagonista: su habitación. Aquí se da la libertad al jugador de escoger entre intentar adelantar la asignación u ordenar al protagonista que juegue videojuegos.
<i>Tutorial</i>	1	Un tutorial para presentar los conceptos de ímpetu y estrés y la posibilidad de perder la partida cuando estos alcancen un extremo. También se presenta la interfaz de usuario.
<i>Primaria_2</i>	1	Regreso al salón de clases donde el jugador podrá interactuar con uno de los personajes. La conversación fluirá con base en las acciones tomadas en la escena <i>Primaria_1</i> .
<i>Habitación_2</i>	1	Primera escena de libre albedrío. El jugador tiene la posibilidad de realizar distintas tareas tanto para regular su estado como para avanzar en el objetivo de la historia. También se presenta el sistema de cámara.
<i>Primaria_3</i>	1	Escena de cierre del primer objetivo principal del juego, en esta el protagonista debe rendir cuentas al profesor –uno de los personajes- sobre el progreso en la asignación. El desenlace puede variar entre aprobar y reprobar el penúltimo año de primaria, sin embargo la partida no finaliza en ninguno de los casos y sirven como explicación de que las decisiones tomadas hasta el momento si pueden afectar a la historia del juego.
<i>Habitación_3</i>	1	Escena final del capítulo uno, los padres del protagonista reaccionan a los resultados obtenidos en el colegio y el nivel sirve de enlace al siguiente capítulo.
<i>Intro_Capitulo_2</i>	2	Escena de introducción al segundo capítulo donde se narra un segmento importante de la historia del protagonista, incluyendo entre otras cosas el crecimiento físico hasta llegar a la adultez.
<i>Tren_1</i>	2	Esta breve escena en el subterráneo muestra como los ciudadanos de madera siguen estando presente y empezarán a tener una importancia mayor.
<i>Parada_1</i>	2	Ambientada en una parada de autobuses, se le ofrece la oportunidad al jugador de saltarse un semáforo o esperar al cambio de luces. En este caso, se trata de una decisión objetivamente moral y el juego actuará en consecuencia de la decisión del jugador.
<i>Autobus_1</i>	2	En esta escena se muestra por primera vez como la acción de un ciudadano afecta el estado del protagonista. El concepto se refuerza con diálogos que indican este hecho al jugador. La escena se encuentra ambientada en un autobús en movimiento.
<i>Oficina_Jefe_1</i>	2	Penúltima escena secuencial del capítulo, donde se presenta a un personaje importante en la historia que asignará el segundo objetivo principal al jugador.
<i>Oficina_1</i>	2	Escena introductoria al ciclo de niveles genéricos. Se proporcionan más datos de la trama y motivaciones del personaje y se entrega el control al jugador para iniciar con la consecución del objetivo.
<i>ending</i>	Final	Escena de cierre del juego, se relata el desenlace de la historia desde la perspectiva de un protagonista envejecido. Además, se despliegan los créditos y

		se brinda la posibilidad al jugador de cargar sus resultados y responder a la encuesta que dará pie al capítulo de resultados del presente trabajo.
--	--	---

### 2.5.3.2 Escenas genéricas

Una vez que el control se entrega al jugador en la escena *Oficina\_1*, este dispondrá de cinco días virtuales para culminar el objetivo del capítulo. Las escenas genéricas no son más que niveles donde el jugador puede hacer múltiples actividades en el modo de libre albedrío. Llevan este nombre puesto que los eventos en ella no están determinados sino que dependen directamente del estado de la partida y de las decisiones tomadas en ella. Son también el espacio donde la mecánica principal de Mimic se evidencia, particularmente en términos de concienciación.

Esta categoría comprende 7 niveles que cubren los siguientes espacios: andén del metro, automóvil, autobús, habitación del protagonista, vagón del metro, parada de autobús y puesto de trabajo. Aunque todas permiten tomar decisiones y ejecutar actividades, cada una guarda una particularidad que las distingue entre sí, más allá de la ambientación.

En conjunto definen un flujo de traslado que dan forma a la rutina del personaje: ida al trabajo por la mañana y retorno a la habitación por la tarde. Este flujo es estrictamente lineal y solo cambia cuando el jugador puede hacer uso de un automóvil, quedando sin validez las escenas relacionadas al transporte público.

Los diagramas en las ilustraciones 27 y 28 exponen ambos tipos de flujo y como se distribuyen los niveles genéricos en cada uno.

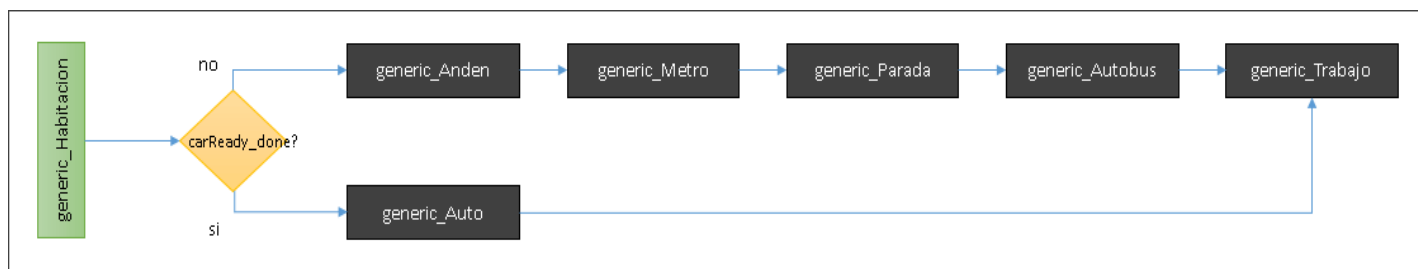


Ilustración 27: Flujo de escenas genéricas en dirección Trabajo-Habitación

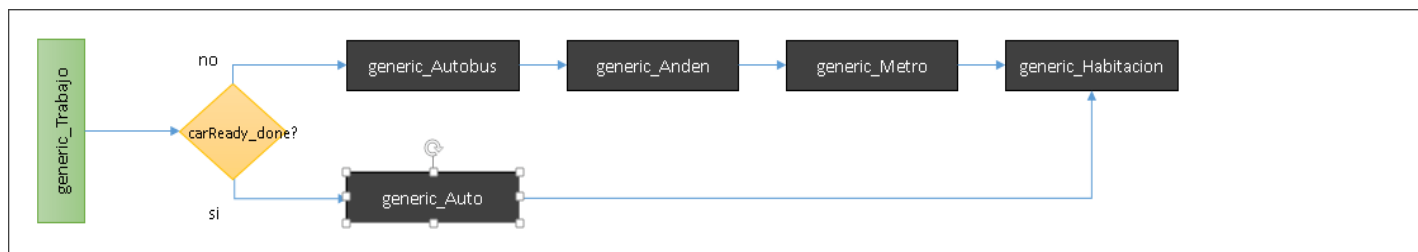


Ilustración 26: Flujo de escenas genéricas en dirección Habitación-Trabajo

Es notable como la cantidad de escenas entre ambos extremos disminuye considerablemente cuando se tiene acceso al automóvil. Puede verse también como el regreso desde el trabajo pasa por menos niveles al no incluir la parada de autobús. Desde un punto de vista práctico esto obedece a la razón de que el estado del protagonista probablemente esté más afectado al final del trabajo y una mayor exposición a la ciudad puede dificultar el avance del jugador; desde la narrativa también cobra sentido ya que los autobuses se detienen justo frente al sitio de trabajo del personaje y



finalmente, la cantidad de trabajo durante la implementación de Mimic se reduce al no tener que crear una escena adicional tan solo para contar con una versión alternativa de la parada.

A continuación se describe en detalle cada escena genérica junto a su lógica y concepto.



Ilustración 28: Boceto original de la escena genérica del autobús

### Autobús

Dentro de los niveles genéricos, este en particular entra en la mecánica común. El jugador se encuentra sentado durante todo el recorrido el cual se lleva a cabo sin pausas (ver ilustración 28). Alrededor del jugador distribuido por todo el autobús se encuentran algunos ciudadanos virtuales cuya cantidad obedece a la ecuación descrita anteriormente. Del compendio de acciones posibles, el jugador podrá ejecutar algunas destinadas a incrementar el ímpetu, otras que reducen el estrés y una última relacionada con el objetivo principal, cuya penalización es mayor ya que el autobús no es un escenario ideal para avanzar en la asignación.

Tal como fue expuesto, la entropía se manifestará a través de ventanas rayadas y basura en el suelo. Mientras mayor sea la entropía, más densidad presentaran estos dos componentes. A su vez, los ciudadanos alternarán entre un comportamiento civil consistente en mirar a los lados o hacer algún gesto natural y comportamientos infractores como comer dentro de la unidad y escuchar música con un radio portátil a alto volumen. Estas últimas acciones tendrán impacto en el estrés del personaje y es posible que el jugador deba ordenar la ejecución de actividades relajantes para contrarrestar este efecto.

### Vagón del metro

Al igual que el nivel del autobús, este también cumple con la mecánica general de Mimic. En este caso, el protagonista se encuentra sentado en uno de los vagones del sistema de transporte subterráneo de la ciudad (ver ilustración 29). Las acciones posibles son bastante similares a las del autobús pero adaptadas al contexto. El jugador podrá entre otras cosas decidir entre comer, escuchar música con audífonos o sin ellos y trabajar en el objetivo del juego. Dado que el vagón tampoco es un escenario ideal, la penalización en ímpetu y estrés por ejecutar esta última actividad es alta.

Los ciudadanos estarán distribuidos por la escena pero pocos de ellos serán visibles y son los que se sienten alrededor del personaje principal, obedeciendo también el comportamiento expuesto previamente bajo situaciones de entropía alta. De igual manera, también se aplica la ecuación para determinar la cantidad de ellos en la escena.

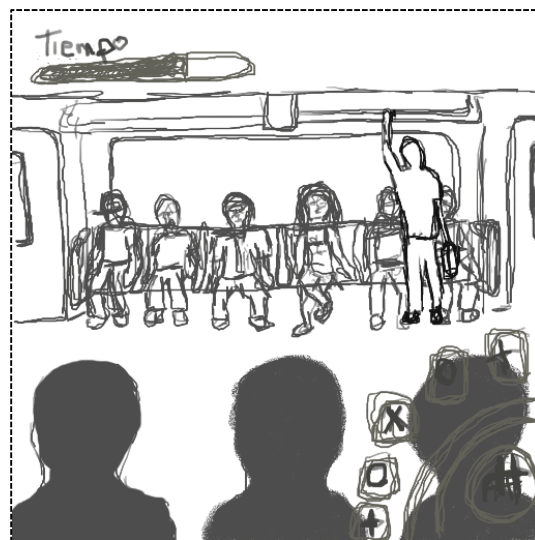


Ilustración 29: Boceto original de la escena genérica del metro

Finalmente, la entropía también se manifiesta en forma de basura en el suelo y grafitis en las puertas y asientos del vagón.

### Habitación



*Ilustración 30: Boceto original de la escena genérica de la habitación*

La habitación sale totalmente de la dinámica de entropía manifestada en el entorno y el comportamiento de los ciudadanos, ya que no se exhibe manifestación alguna de este factor y el protagonista se encuentra totalmente solo. Tampoco se genera entropía adicional por ninguna de las actividades ejecutadas aquí. Este nivel está diseñado netamente como un espacio para la recuperación del protagonista, contando con actividades anti estrés y reponedoras de ímpetu adicionales. No obstante, el jugador también tiene la posibilidad de adelantar su trabajo, tarea que mantiene la penalización alta –pero menor respecto a otras escenas- por no tratarse del espacio ideal para tal fin.

Una actividad única de la habitación que sin duda resalta respecto a las demás escenas es la de dormir. Esta tiene un alto impacto en el estrés y el ímpetu del jugador, permitiendo que los mismos sean llevados a sus extremos más convenientes (ímpetu al máximo, estrés al mínimo) de forma muy rápida. Es esta tarea la que permite al

jugador recomponer en su totalidad el estado del personaje principal y prepararlo para enfrentar el estado de la ciudad en su camino de vuelta al trabajo, situación especialmente útil cuando la entropía de la partida es alta.

Adicionalmente, es en la habitación donde se hace el descuento de los días disponibles para completar el objetivo oficial del capítulo. Cada vez que le jugador pase por este escenario, se restará un día al total.

Desde un punto de vista argumental, esta habitación existe en el mismo espacio físico que la habitación del capítulo 1 empleada en los escenarios Habitación\_1, Habitación\_2 y Habitación\_3 (ver ilustración 30); pero ha sido adaptada a la vida adulta del protagonista y a los avances tecnológicos de la época.

### Trabajo

Al igual que la habitación, en el trabajo no existe manifestación de la entropía de la partida. No obstante, no se trata de un espacio para la recuperación del personaje –a pesar de contar con la posibilidad de dormir-. Por el contrario, es el espacio ideal para trabajar y la penalización en ímpetu y estrés por realizar esta actividad es mínimo, así como la eficiencia de esta tarea respecto a otros niveles también se ve incrementada notablemente (ver ilustración 31).

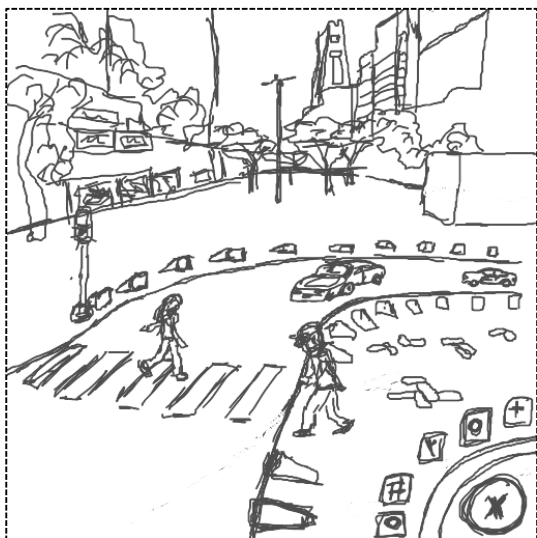
En el trabajo el jugador tiene la posibilidad de ponerse manos a la obra en el objetivo del capítulo o por el contrario reponer un poco su estado al cotillear con colegas o revisar las redes sociales en su teléfono inteligente. Es importante señalar sin embargo y a diferencia de la habitación, que las actividades de este escenario si generan entropía,



*Ilustración 31: Boceto original de la escena genérica del trabajo*

por lo que dormir en el puesto –por ejemplo- puede derivar en una ciudad caótica al salir de la escena.

### Parada de autobús



*Ilustración 32: Boceto original de la escena genérica de la parada de autobús*

La parada de autobús es una escena genérica no común (ver ilustración 32). Desde el hilo argumental es donde el jugador espera para trasladarse hacia el nivel del autobús, sin embargo, esta espera puede ser saltada. En la escena secuencial Parada\_1 se plantea una disyuntiva al jugador: el transporte se encuentra detenido justo al otro lado de la calle pero el semáforo de peatones se encuentra en rojo, indicando la imposibilidad de cruzar. El jugador puede decidir entre ignorar esta señal y correr hasta el otro lado –por lo que logra abordar el vehículo- o por el contrario esperar el cambio a verde, en cuyo caso el autobús parte y el protagonista debe esperar por otro. Esta misma situación se repite constantemente en la escena genérica, por lo que el jugador tendrá que decidir una y otra vez si quiere ignorar las señalizaciones viales o en cambio esperar.

Si el jugador decide saltar el semáforo, el nivel culmina y el juego pasa automáticamente al escenario genérico del autobús. Por el contrario, el jugador tendrá que esperar sentado en una banca de la parada, donde podrá ejecutar acciones de libre albedrío. Estas van desde descansar en la banca hasta trabajar, acción que conserva la acostumbrada penalización.

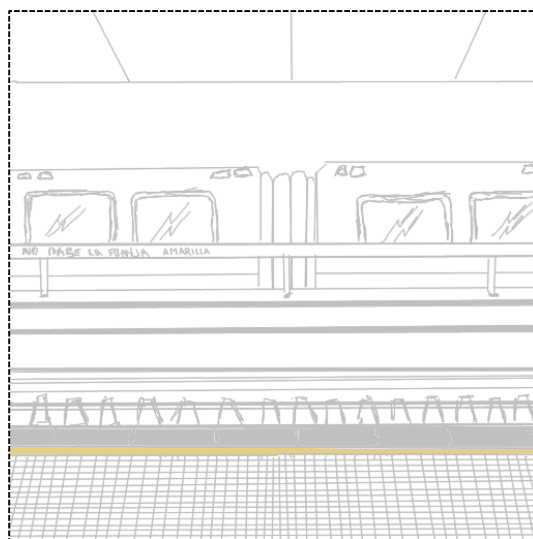
De cara al jugador, esta simple decisión representa la diferencia entre tener que jugar un nivel adicional o saltarlo y avanzar velozmente en la historia. Sin embargo, Mimic presta especial atención a esta decisión y el nivel de entropía se ve altamente afectado si se decide perturbar el tráfico cruzando la calle con un semáforo peatonal en rojo o si por el contrario se respeta el flujo vial civilizado.

En términos de entropía, este escenario no manifiesta el factor de ninguna forma y el protagonista también se encuentra solo en su tránsito.

### Andén del metro

El andén del metro es otro escenario genérico con una mecánica especial. En la mayoría de los casos el jugador tendrá que esperar la llegada del tren para continuar a su destino (ver ilustración 33), el cual aparece en un tiempo aleatorio no mayor a un par de minutos. Esta espera, aunque acompañada de algunos elementos para hacerla más llevadera, no deja de ser un factor de desgaste para el jugador, lo que hace altamente probable que desee saltarla –justo como pasaría en la realidad-.

La posibilidad de saltar la escena se hace real siguiendo un patrón aleatorio. Cada vez que el nivel inicie existe una probabilidad de un tercio de que el tren se encuentre ya en el andén y el jugador pueda correr para abordarlo. No obstante, la única forma de alcanzarlo a tiempo es obstruyendo el cierre de las puertas para evitar su partida,



*Ilustración 33: Boceto original de la escena genérica del andén*

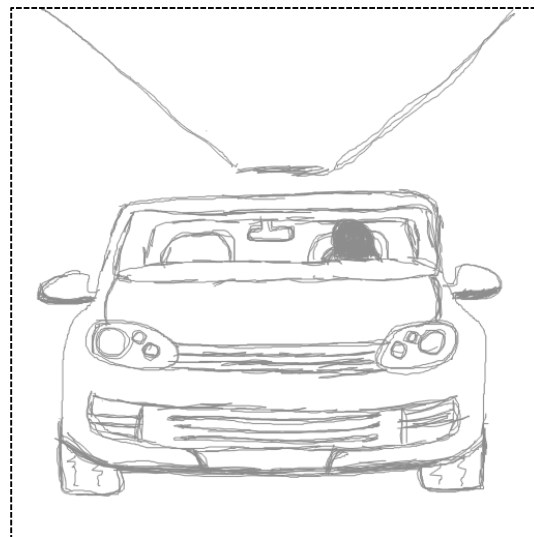
decisión que aumenta la entropía de forma considerable. Se deja la libertad al jugado de decidir, en este caso, si desea esperar en el andén por un nuevo tren o prefiere detener este.

Por otra parte, la escena no cuenta con actividades de libre albedrío ni manifestaciones de la entropía. Sirve netamente como intermedio entre el nivel anterior y la escena genérica del vagón de metro.

### **Automóvil**

Como la última escena genérica, el automóvil también resulta particular. No manifiesta la entropía en ninguna forma pero ofrece al jugador algunas acciones que pueden alterarla. En este nivel, se debe esperar un tiempo aleatorio no mayor a un par de minutos mientras el protagonista se encuentra en un cruce frente a un semáforo (ver ilustración 34). El jugador puede escoger entre tocar el claxon para bajar su nivel de estrés, acción que eleva la entropía, esperar algunos segundos o simplemente ignorar la señal y continuar su recorrido. Huelga decir que esta última alternativa es la que tiene un impacto mayor en el caos de la ciudad.

El automóvil se desbloquea tras alcanzar cierto progreso en el objetivo del capítulo 2 del juego y permite saltar completamente el resto de las escenas genéricas, tal como fue expuesto en ilustraciones anteriores. Esto permite que el jugador pueda concentrarse en completar el objetivo del juego. No obstante, esto no lo libera de la exposición a la entropía ya que esta escena puede aportar las condiciones necesarias para desencadenar un futuro que será explicado más adelante.



*Ilustración 34: Boceto original de la escena genérica del automóvil*

### **2.5.3.3 Escenas futuras**

Este último grupo de ocho escenas comprende a todas aquellas que se generan bajo ciertas condiciones a lo largo de la partida, lo que implica que en algunos casos podrían no ocurrir nunca. Son parte del sistema determinístico de Mimic puesto que en el entorno adecuado es necesario que el jugador pase por ellas sin probabilidad de saltarlas.

En general, las escenas futuras tienen la función de avanzar el hilo argumental o presentar alguna consecuencia por las acciones del jugador. También tienen sentido desde un punto de vista práctico puesto que un par de ellas son obligatorias pero el momento de su ejecución no es el mismo para todos los jugadores y dependerá de su desempeño.

A continuación se relatan brevemente cada una de las ocho escenas futuras y su participación en el desenvolvimiento del juego así como su impacto en la historia, el estado del personaje y los atributos de la partida.

#### **Futuro 1: Arrollamiento en el semáforo**

Esta escena se activa cuando el nivel de entropía alcanza más de 40 puntos y el jugador ya cuenta con el automóvil. En ella puede verse a un peatón que resulta familiar mientras cruza una calle por el rayado peatonal. Al mismo tiempo, un vehículo se acerca a alta velocidad y no alcanza a detenerse antes del cruce.

En un contexto práctico la escena no tiene un impacto en el estado del personaje, pero se da a entender que el sujeto fue arrollado y se sugiere que la identidad de este es la del padre del protagonista, como una consecuencia directa de sus actitudes al manejo y la entropía que ha contribuido a generar en la ciudad.

La escena se conoce en Mimic como *“future\_00\_pedDad”*.

### **Futurible 2: El automóvil está listo**

Este nivel está ambientado en la oficina. En él, se muestra al protagonista en su labor habitual cuando recibe una llamada proveniente del taller donde su automóvil se encontraba en reparación. La noticia de que el vehículo se encuentra listo para ser retirado alegra al personaje y la escena da a entender que el jugador ya no debe pasar por los niveles del transporte público.

El disparador de este nivel es el progreso en el objetivo del capítulo, que debe estar por encima de 70 puntos. Además, es necesario que el protagonista se encuentre en el trabajo para recibir la llamada. El nombre en el juego es el de *“future\_01\_carIsReady”*.

### **Futurible 3: Incendio en la oficina**

Mientras el protagonista se encuentra en el trabajo, se desata un incendio que crece rápidamente. En este momento, el jugador puede escoger entre dos opciones: huir, o conservar la calma y hacer algo al respecto. En ambos casos la escena concluye con una animación correspondiente a la decisión del jugador. El desenlace de la misma y la repercusión en la partida es importante, tal como será expuesto en las próximas escenas.

En cualquier caso, desde este punto el jugador tendrá que trabajar desde su habitación, razón por la cual la escena sólo se presenta cuando el progreso en el objetivo del capítulo ha alcanzado los 90 puntos, 10 por debajo de lo necesario para culminarlo. Adicionalmente, es necesario que el jugador se encuentre en el trabajo para que este evento se desencadene. En el juego, la escena se conoce como *“future\_02\_corporativeFire”*.

### **Futurible 4: Se acabó el tiempo para la asignación**

Cuando se alcanzan cinco días en el ciclo de escenas genéricas y el jugador llega al trabajo, se presenta este escenario. El protagonista se encuentra en la oficina del supervisor y debe reportar el trabajo realizado hasta el momento. Existen dos desenlaces posibles: si el jugador alcanza el 100% del progreso en el objetivo del capítulo el juego avanza a las escenas finales; por el contrario, el jugador pierde la partida y vuelve a la escena Oficina\_1, justo al inicio del ciclo.

Otra forma de alcanzar esta escena es que el progreso del objetivo principal haya alcanzado el máximo, por lo que no será necesario esperar cinco días virtuales para llegar a ella.

En el juego, la escena se conoce como *“future\_03\_timeIsOver”*.

### **Futurible 5: Noticias negativas**

Este nivel está ambientado en la habitación del personaje y ocurre únicamente cuando el jugador ha finalizado el objetivo del capítulo 2. En él, el supervisor llama por teléfono al protagonista y le comunica que por un asunto

financiero la empresa se ve en la necesidad de prescindir de sus servicios en el marco de un recorte masivo de personal. El personaje, indignado por la situación, se dirige inmediatamente a la oficina para aclarar el asunto frente a un jefe que se desentiende del problema y le pide que pase por ahí otro día a buscar un cheque de liquidación.

El nivel es conocido como “*future\_04\_bedroom*”.

### **Futurible 6: Secuelas del incendio**

Como se mencionó en la escena del incendio en la oficina, la decisión tomada ahí tiene repercusiones en otros puntos de la historia. En este nivel el jugador se encuentra en su habitación después de haber escapado del desafortunado evento cuando recibe una llamada del supervisor. Éste le comenta sobre los daños y si el jugador huyó le explica que dos compañeros de trabajo sufrieron quemaduras importantes y no pudieron sobrevivir, lo que tiene un impacto importante en el estrés del personaje. En caso de que el jugador decidiera hacer algo al respecto en la escena del incendio, el discurso del supervisor se refiere a que ambos compañeros se encuentran estables, lo que incrementa notablemente el ímpetu del protagonista.

Cualquiera sea el caso, la escena también sugiere que el personaje principal era el miembro del cuerpo de brigadistas de la oficina, quien tuvo que haber abandonado en último lugar el recinto tras asegurar al resto y asegurar las vías de escape.

Finalmente, el supervisor señala que el resto de los días de trabajo tendrán que transcurrir directamente en la habitación mientras se cierran las reparaciones.

El nivel es conocido como “*future\_05\_fireResults*”.

### **Futurible 7: Problemas en la recepción**

Luego de que el protagonista recibe la llamada que culmina su relación con la empresa, éste decide ir a la oficina para aclarar la situación. En este nivel se muestra como el recepcionista tiene órdenes de no dejarle entrar porque el registro señala que éste fue despedido. El resto de la escena es una confrontación entre él y el jefe, quien aparece en el lugar con un acompañante que resulta ser su hijo, a punto de asumir el cargo y funciones que llevaba el jugador. La estafa de trabajo se revela y el protagonista deja la empresa indignado, poniendo fin al capítulo.

La escena se conoce como “*future\_06\_receptionIssue*”.

### **Futurible 8: Incidente en el vagón**

Durante la escena del incendio, el protagonista olvida las llaves del automóvil en el puesto de trabajo y frente a la imposibilidad de regresar, éste decide volver a la habitación usando el transporte público.

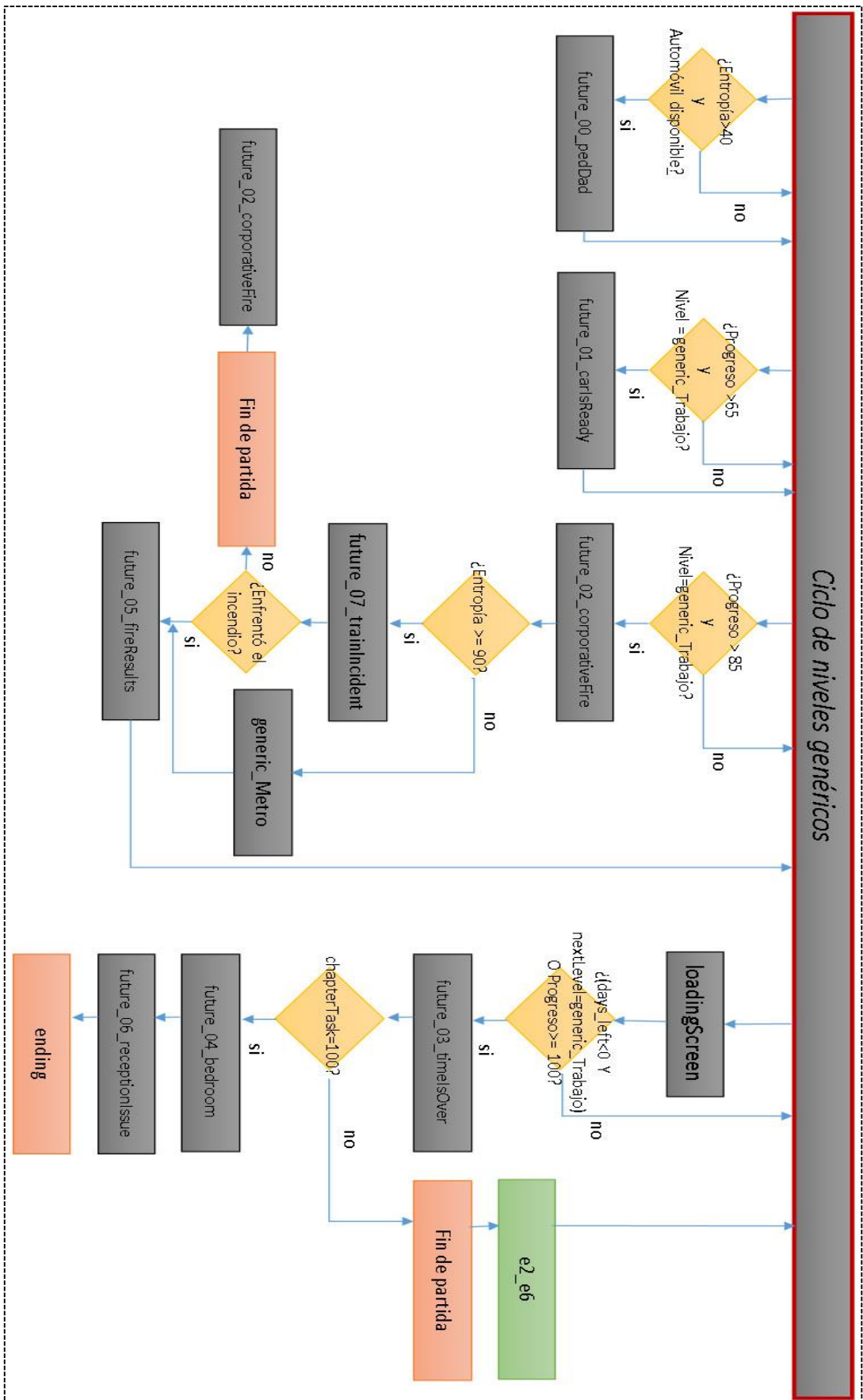


Ilustración 35: Diagrama de flujo de escenas futuras de Mimic



Si el nivel de entropía ha alcanzado el máximo, se desencadena la escena “*future\_07\_trainIncident*”, que relata como la inseguridad ocasionada por el caos en la ciudad ha puesto al protagonista en medio de un asalto a mano armada en el vagón de tren.

Pese a lo crítico del momento, el jugador solo puede limitarse a ver el desenlace, que está atado a una única condición: ¿El jugador huyó del incendio o mantuvo la calma y se quedó a ayudar? Si el jugador escogió ayudar, la <<calma>> manifestada se refleja en los ciudadanos que viajan en el tren y estos esperan a que el asalto finalice sin oponer resistencia, de modo que el juego progresa hasta la escena de secuelas del incendio. En caso contrario, si el jugador huyó, el grupo de ciudadanos en el vagón cae presa del pánico y corre en todas las direcciones, desatando un caos que genera una bala perdida directo a la vida del protagonista.

Este nivel es el más crudo de todo Mimic y refleja como una sociedad que responde al instinto primario en lugar del análisis de las circunstancias puede llevar a problemas de mayor índole.

Si el personaje fallece, el juego vuelve a la escena del incendio dándole la oportunidad al jugador de rectificar su acción y desencadenar un final distinto.

Si no se cumple la condición de entropía, el viaje de regreso ocurre en la escena genérica del vagón y el resto del juego transcurre con normalidad mientras se culmina el objetivo o se acaba el periodo de cinco días.

### **Diagrama de condiciones de las escenas futuras**

El diagrama de la ilustración 35 condensa todas las condiciones mencionadas para cada escena futura y permite entender el flujo de niveles del segundo capítulo de Mimic.

### **2.5.4 Personajes**

Como parte del hilo argumental de Mimic, este cuenta con una serie de personajes que intervienen en los eventos de todo el juego. Algunos de ellos solo aparecen en escenas determinadas, mientras que otros son una constante en cada nivel.

**Protagonista:** es el personaje principal del juego cuyas acciones son controladas por el jugador. El protagonista es de sexo masculino y el nombre es escogido al principio de la partida. A lo largo del juego atraviesa distintas edades y se le puede ver en cuatro etapas distintas: niñez, adolescencia, adultez y madurez.

El protagonista tiene una historia personal que determina los eventos del juego y brindan contexto a este. Se le ve por primera vez al inicio del juego en la escuela primaria y su última aparición es en la escena final donde relata el desenlace del juego y como marchó su vida después de los eventos en la recepción de la oficina.

También se le puede ver sentado frente a un pequeño lago en la pantalla de menú principal del juego.

**Padre del protagonista:** aunque nunca aparece en primer plano en el juego y todo lo que se ve de él es su sombra, es quien interactúa con el protagonista en el primer capítulo y le felicita o reprende por los resultados obtenidos.



Si el jugador no respeta las normas de tránsito y posee vehículo, el padre fallece atropellado en una escena futurible. En caso contrario, su paradero es incierto.

**Madre del protagonista:** al igual que el padre, aparece en la escena final del primer capítulo reaccionando a los resultados obtenidos por el jugador. Solo puede verse su sombra y fallece en dos años antes del inicio del segundo capítulo.

**Carlos:** es el mejor amigo del protagonista y lo acompaña en todas las escenas del colegio del primer capítulo. Comúnmente se le ve ofreciendo distracciones al jugador y comentando sobre el excelente estado económico de su padre. El jugador puede reaccionar negativamente y tratar mal a Carlos o por el contrario seguirle la conversación, acciones que impactan en las estadísticas de la partida pero no en el desenvolvimiento de esta.

No se le vuelve a ver después de este capítulo.

**Profesor:** este personaje aparece en todas las escenas del colegio y es quien evalúa la asignación del primer capítulo. Como maestro, se encarga de reprender a Carlos y al protagonista cuando estos se distraen, así como también llamarlos por separado al momento de entregar los avances en el objetivo principal.

Su aparición se limita a la primera etapa de la historia.

**Ronald:** es el supervisor del personaje principal y quien roba su trabajo para conseguir a su hijo un puesto en la empresa. Se le ve al principio y al final del segundo capítulo y es quien evalúa el objetivo principal de éste.

**Emiliano:** es el hijo del jefe del protagonista y quien también argumenta con él para quedarse con el puesto. Sólo se le ve en la escena de la recepción de la oficina. Su paradero al igual que el de Ronald es incierto después del segundo capítulo.

**Recepcionista:** el recepcionista solo aparece en la escena final del capítulo 2 y es quien niega la entrada al protagonista, argumentando un despido según aparece en el registro de la empresa.

**Anti ciudadanos 1 y 2:** ambos sujetos aparecen únicamente en el nivel futurible del vagón de tren como los asaltantes. Ambos están armados y exhiben vestimentas sospechosas, además de presentar una conducta violenta e intimidante.

Si el jugador mantuvo la calma en el incendio, ambos son atrapados por la policía cuando un ciudadano activa la alarma del tren y éste llega a la estación. En caso contrario, se desconoce si lograron escapar a la conmoción generada por el pánico.

**Katherine y Diego:** ambos personajes son referenciados tras el incendio como colegas del protagonista y su destino depende de las acciones del jugador. Si este decide encarar el incendio, sobreviven a las quemaduras. Luego del final del capítulo no vuelve a saberse de ellos.

## 2.5.5 Actividades del jugador y sus impactos

La siguiente tabla reúne todas las acciones posibles del jugador en el modo de libre albedrío y en las escenas genéricas. Se muestra también el impacto de cada una en el estrés, el ímpetu, la entropía y el progreso en el objetivo. Como todas las actividades tienen un tiempo de duración definido por el jugador, la tasa de impacto actualiza los indicadores mencionados cada segundo.

Tabla 2: Actividades por nivel y sus impactos

Actividad	Estrés	Ímpetu	Entropía	Objetivo
<i>Vagón del metro</i>				
Comer	-0,2	+0,5	+0,05	0
Escuchar música alta	-0,75	0	+0,1	0
Escuchar música	-0,25	0	-0,05	0
Revisar documentos	+0,5	-0,25	0	+0,1
Echarse	-0,5	0	+0,075	0
Relajarse	-0,1	+0,1	-0,01	0
<i>Andén del metro</i>				
Parar puerta	0	0	+2	0
Esperar	0	0	-1	0
<i>Autobús</i>				
Comer	-0,2	+0,5	+0,05	0
Escuchar música	-0,25	0	-0,05	0
Escuchar música alta	-0,75	0	+0,1	0
Revisar documentos	+0,5	-0,25	0	+0,1
Echarse	-0,5	+0,2	+0,075	0
Relajarse	-0,1	+0,2	-0,01	0
<i>Trabajo</i>				
Ver publicaciones	-0,5	-0,1	+0,05	0
Trabajar	+0,1	-0,25	0	0,2
Relajarse	-0,1	+0,15	-0,01	0
Dormir	-0,2	+0,25	+0,075	0
Ir a cotillear	-0,25	-0,1	+0,05	0
<i>Habitación</i>				
Ver TV	-0,5	+0,1	0	0
Trabajar	+0,75	+0,1	0	+0,2
Dormir	-2,5	+2,5	0	0
Relajarse	-0,25	+0,75	0	0
Ver videos de gatos	-0,75	+0,1	0	0
<i>Parada de autobús</i>				
Cruzar calle	0	0	+1	0
Respetar semáforo	0	0	-1	0

Comer	-0,1	+0,15	+0,05	0
Echarse	-0,5	+0,2	+0,075	0
Relajarse	-0,1	+0,2	-0,01	0
Revisar documentos	+0,5	-0,25	0	+0,1
<i>Automóvil</i>				
Tocar corneta	-0,25	0	+1	0
Esperar	0	0	-0,5	0
Ignorar semáforo	0	0	+2	0

## 2.5.6 Comportamientos de los ciudadanos virtuales y sus impactos

Tanto en la escena genérica del metro como en el autobús se puede encontrar a los ciudadanos virtuales de Mimic viajando junto al protagonista. Como fue descrito más arriba en las mecánicas de concienciación, estos actuarán en reflejo de las acciones del personaje en niveles pasados y de la mano con el nivel de entropía.

La forma de lograr que estos afecten el estrés del protagonista es que, siguiendo el modelo de comportamiento aleatorio expuesto previamente, sus acciones conjuntas generen un incremento en este indicador. Cada dos segundos se suma una cantidad determinada al estrés del personaje. Esta cantidad se obtiene con base en la sumatoria del impacto de todos los ciudadanos que estén ejecutando una acción infractora.

Asimismo, cuando un ciudadano detiene el comportamiento infractor, su impacto se resta de la cantidad total y no vuelve a ser tomado en cuenta salvo que repita la acción.

Todas las acciones de los ciudadanos tienen un impacto individual de 0,05 puntos en el estrés del protagonista. La distribución de actividades infractoras por nivel es como sigue:

- Vagón del Metro
  - Escuchar música a alto volumen
  - Comer
  - Montar los pies sobre el asiento
- Autobús
  - Escuchar música a alto volumen
  - Comer

## 2.5.7 Historia de Mimic

Como complemento a las actividades del juego, Mimic incorpora una historia narrada a través de escenas con diálogo, eventos y cinemáticas.

El primer capítulo está ambientado a finales de la década de los 90 y se puede observar evidencia de ello en algunas escenas, como en la habitación del personaje principal donde puede verse un NES y un Gameboy, dos consolas que debutaron y tuvieron su auge durante ese tiempo.

En cuanto al segundo capítulo, toma lugar en la época actual, entre el año 2015 y 2016, para dar paso a un tercer capítulo que ocurre 45 años después.

El protagonista cuenta una historia sencilla pero llena de eventos. Al principio del juego se encuentra en los últimos años de la educación primaria y cuenta con ambos padres, su infancia a su vez es bastante común. Este capítulo sucede a modo de recuerdo y de acuerdo al personaje: “es lo más antiguo que puede recordar”. Para ese entonces, vive en casa de sus padres ubicada en las afueras de la ciudad, con una estación de metro cerca.

En algún punto cerca de iniciar su adultez, el personaje tiene una conversación con el padre que le relata el caos que asecha a la ciudad. Él es una persona muy perceptiva de lo que ocurre y sostiene que un día, la pacífica localidad puede convertirse en un sitio enfermizo si no se hace algo para detenerlo, augurando a su vez tiempos difíciles. El protagonista queda profundamente afectado por la teoría y mantiene un ojo abierto a cualquier situación en su rutina diaria, lo que explica por qué es tan sensible a los comportamientos ajenos.

A sus 21 años se gradúa de la universidad y contrae un matrimonio que dura poco. La unión se rompe cuando la pareja enfrenta problemas para concebir por una situación médica del personaje principal, lo que lo lleva a enfrentar un divorcio en conjunción con el fallecimiento de su madre. A los 22, se da cuenta de que su vida aunque aún incipiente está tomando un rumbo más bien oscuro, en lugar de ser lo que él deseaba.

Es en este punto donde decide emprender un plan para abandonar la ciudad y buscar mejores oportunidades en otro sitio. Deseoso de dejar el pasado atrás y superar la historia del inminente caos que podría azotar a la localidad en cualquier momento y por razones desconocidas. Para su alegría temporal, le ofrecen un puesto importante en su empleo actual si logra culminar un trabajo crítico para su supervisor, momento en que inician los eventos del capítulo 2.

El guiño en la historia, en relación con la profecía de su padre, es que el jugador de hecho si puede encontrarse con el caos descrito y en realidad es él quien lo provoca. A lo largo del juego se dan pistas de este hecho y queda de parte del jugador interpretarlo como tal o darle un significado distinto.

En el caso de que el personaje sobreviva al caos, logra desprenderse de la dependencia con su empleo actual y tras la muerte de su padre -en circunstancias no trágicas si no es atropellado- gana los derechos de la casa donde ha estado viviendo desde el principio y la vende inmediatamente. Al ser hijo único, el neto de las ganancias es para él y con el dinero obtenido se muda a otra localidad donde retoma el control de su vida y le da continuidad desde ahí.

Cerca del final de sus días, se sienta en el mismo lago donde su padre le contó la historia del caos, reflexionando sobre su pasado. Es desde esa banca en el parque a las afueras de la ciudad donde se relatan todos los eventos de Mimic, como un lejano recuerdo en la mente de un anciano que ha llegado a la cumbre.

## **2.5.8 Otros aspectos de diseño**

Adicional a los temas cubiertos en el diseño de Mimic, hay otros aspectos más técnicos que no han sido expuestos. Los detalles de la implementación de estos pertenecer al tercer capítulo del presente trabajo, más sin embargo conviene mencionar la concepción de los mismos y la justificación o explicación de cada caso.

### **2.5.8.1 Sonido**

El apartado sonoro es un componente clave en la realización de cualquier producto digital. Más allá de ser un acompañante, en muchos casos la música y los efectos de sonido brindan personalidad y esencia al resultado final.

Mimic incorpora una banda sonora con algunos toques instrumentales. En la mayoría de las escenas de libre albedrío y las pantallas de carga la música se vuelve amena y con aires progresistas, buscando incentivar la atención del jugador. A su vez, en aquellas escenas con contenido dramático el sonido se torna más profunda y las melodías son más emocionales.

En las escenas cruciales la música es liderada por el piano, lo que provee un toque de sencillez y profundidad al mismo tiempo.

En cuanto a los efectos de sonido, en su mayoría son simples pero orientados a brindar una dimensión adecuada a los eventos del juego. En líneas generales el apartado sonoro de Mimic no está orientado a llevar el protagonismo y es empleado más bien como un componente de retención y énfasis en los puntos necesarios del juego.

### **2.5.8.2 Cámaras**

Mimic hace uso en todo momento de una cámara en tercera persona, lo que implica que todos los eventos suceden desde la mirada de un tercero y no desde el punto de vista del protagonista en sí u otro personaje.

En las escenas secuenciales y futuribles, la cámara es fija y sigue el guion del nivel, alternando los ángulos de forma predeterminada. En cambio, las escenas de libre albedrío –salvo la del automóvil– permiten al jugador alternar manualmente entre varios ángulos de cámara, dependiendo de sus preferencias y de la actividad que esté ejecutando el protagonista.

En la mayoría de las ocasiones, la cámara no se encuentra en un punto fijo sino que oscila de un lado a otro y arriba y abajo, lo que sugiere que es sostenida por un ser vivo y este movimiento es producto del pulso del camarógrafo. Aunque la situación no es tal, es un elemento adicional que busca brindar profundidad y dinamismo a todas las escenas.

### **2.5.8.3 Controles**

Los controles de Mimic son en extremo sencillos, diseñados especialmente para facilitar las tareas al jugador y que el perfil de éste no sea exclusivo a personas acostumbradas a los videojuegos, sino que sea accesible también para individuos que nunca han estado frente a un videojuego. Esto cobra sentido al considerar a Mimic como un videojuego serio con alcance social.

El juego está hecho para ser jugado con un ratón y teclado estándar, sin necesidad de teclas especiales o incluso la habitual rueda de desplazamiento en el ratón (ver ilustración 36).

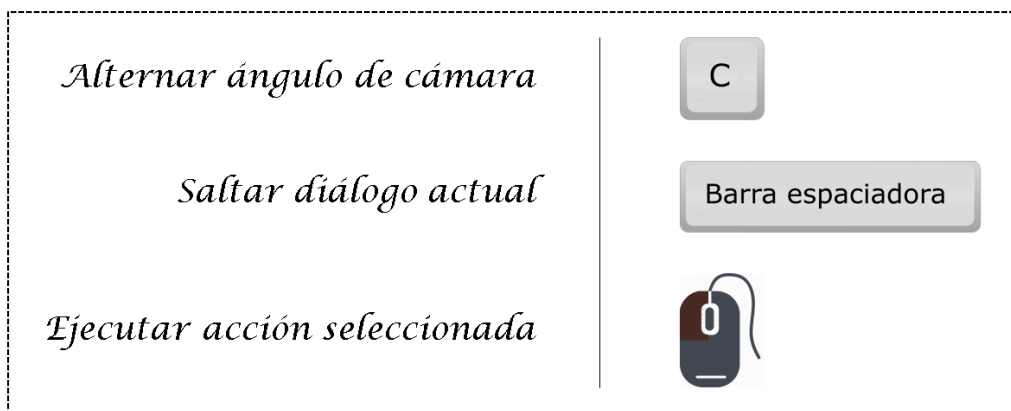


Ilustración 36: Distribución de controles de Mimic

## 2.6 Producto final: Mimic

El juego serio producto de la aproximación a la solución propuesta es un juego para un solo jugador que toma entre 20 y 30 minutos en ser completado, salvo en la dificultad más difícil donde varios intentos podrían ser necesarios antes de culminar la partida exitosamente. En general, hay dos formas distintas de jugarlo: la primera es desde el desconocimiento total de la mecánica de entropía y ejecutando acciones infractoras y civilizadas por igual, puesto que el juego no ofrece una penalización clara y pide que el jugador se concentre en los objetivos principales. La segunda forma nace producto de la experiencia de la primera, donde tras una reflexión el jugador podrá emprender una partida con acciones más sensatas y culminarla sin desencadenar el caos en la ciudad.

Si la reflexión mencionada se logra, Mimic habrá alcanzado su objetivo de concienciación.

En otro ámbito, por el contenido de las escenas de Mimic este podría tener una calificación para mayores de 13 años, de acuerdo a las directrices publicadas por la *Entertainment Software Rating Board* (ESRB), organismo encargado de determinar la clasificación de juegos y otros medios en términos de contenido, edad e interacción. Concretamente, la calificación de Mimic es como sigue:

### Por contenido:

- ✓ Sangre: por la escena futurible del incidente en el tren
- ✓ Violencia intensa: por la escena futurible del incidente en el tren
- ✓ Referencias violentas: por la escena del arrollamiento sugerido del padre del protagonista
- ✓ Lenguaje soez: por escenas como el incidente en el tren y el problema en la recepción

### Por interactividad:

- ✓ No cumple con ninguna de las categorías de la ESRB

### Por edad:

- ✓ Adolescente: la descripción oficial de la ESRB reza “El contenido es generalmente adecuado para edades de 13 en adelante. Podría contener violencia, temas sugestivos, humor crudo, escasa sangre, apuestas simuladas y/o uso poco frecuente de lenguaje soez” (por su traducción al español de “*Content is generally suitable for ages 13 and up. May contain violence, suggestive themes, crude humor, minimal blood, simulated gambling and/or infrequent use of strong language*”).



## Capítulo 3: Desarrollo de la solución

Con el diseño propuesto de Mimic, el presente capítulo cubre todo el proceso de desarrollo necesario para materializarlo. La construcción del videojuego serio pasó por una serie de etapas que permitieron acercarlo una tras otra al resultado esperado desde su concepción, no sin haber incluido retos técnicos importantes que serán expuestos en las secciones a continuación.

Mimic fue terminado después de un año de desarrollo, contando con un único recurso en todos los aspectos del juego, entre los que se listan: programación, texturizado, modelado, animación, iluminación, diseño de niveles, escritura del guion argumental, escritura de la puesta en escena y primer nivel de control de calidad. Siendo un proyecto relativamente grande, requirió cerca de 1500 horas de esfuerzo, 34 scripts, más de 7700 líneas de código, 122 modelos tridimensionales, 445 pistas de animación y aproximadamente 500 materiales.

### 3.1 Características de Mimic como software

Para el desarrollo del videojuego serio, se tuvo en consideración algunos parámetros orientados al público objetivo y se empleó a su vez un conjunto de herramientas tecnológicas, principalmente de software libre. A continuación se detallan estos elementos.

#### 3.1.1 Plataforma objetivo

Entre todas las plataformas posibles de despliegue para Mimic, se escogió el sistema operativo Microsoft Windows en su versión Windows 10, no limitándose a esta y garantizando su compatibilidad con versiones anteriores a partir de Windows 7.

Si bien el auge móvil hace de un teléfono inteligente o tablet un objetivo importante para incrementar la difusión del videojuego, lo cierto es que el clásico entorno de escritorio en Windows facilita la distribución en un público más reducido, punto que cobra fuerza al considerar a Mimic como un modelo de solución y no como una respuesta definitiva al problema ciudadano. Asimismo, el desarrollo es más sencillo para computadores de escritorio y personales puesto que las típicas consideraciones para plataformas móviles –como el control estricto de los recursos del dispositivo- representaban un riesgo en el tiempo de finalización del videojuego.

#### 3.1.2 Tecnologías de desarrollo

En cuanto a las herramientas de construcción de Mimic, fue crítico el uso de un conjunto de aplicaciones y artefactos tecnológicos para dar cabida a todo el proceso de desarrollo. Estos elementos pueden clasificarse en “*Herramientas de Software*” y “*Herramientas de Hardware*”.

**Herramientas de Software:** esta categoría está constituida por todas aquellas aplicaciones que deben ser ejecutadas por un computador de algún tipo y dependen de este soporte para su funcionamiento.

- Motor de juego: Unity 3D en su versión comunitaria 5.3.4f1.
- Editor de imágenes: Gimp 2.8.14
- Editor de sonido: Audacity 2.1.0
- Editor de modelos, animaciones y escenarios: Blender 2.76 RC

- Editor de código fuente: MonoDevelop-Unity 5.9.6
- Lenguaje de scripting: C#
- Editor de scripts de escena: Notepad++ 6.8.6
- Editor de modelos humanos: MakeHuman 1.0.2
- Generador de materiales: PixPlant 2.0.43
- Bitácora de desarrollo: Trello<sup>2</sup>

**Herramientas de Hardware:** incluye todos los elementos tangibles que no tienen por qué estar relacionados directamente con un computador.

- Tablet de dibujo: Genius EasyPen 340
- Teclado digital: Casio LK-300TV

## 3.2 Metodología de desarrollo: XP (Extreme Programming)

Extreme Programming (o *Programación Extrema* de su traducción del inglés) es una metodología ágil concentrada en el trabajo en equipo, la simplificación de procesos, concentración en el problema y entregas pequeñas pero constantes que involucren tanto a programadores, como usuarios y miembros de otras áreas y departamentos. Cada entrega parte de un diseño breve con algún valor de negocio definido y tanto el personal técnico como el cliente trabajan de la mano para alcanzar los requisitos, los cuales pueden cambiar e ir evolucionando a medida que se cierran las entregas.

Una característica interesante de Extreme Programming (también conocida y abreviada como XP) es la flexibilidad que genera cuando es asumida por todo el equipo de proyecto. Esto la vuelve altamente adaptable al contexto tecnológico, de tiempo y presupuestal.

### 3.2.1 Fundamentos de XP

XP agrupa seis fases en su ciclo de vida: Exploración, planificación, iteraciones, producción, mantenimiento y muerte del proyecto; comúnmente siendo la fase de iteraciones la más larga de todo el proceso.

Según la documentación oficial [45], se puede resumir la intención de cada una de estas fases como sigue:

#### 3.2.1.1 Fase de exploración:

Llevado a la práctica, XP parte de un concepto llamado “Historias de usuario”, donde el cliente relata sus necesidades en una reunión abierta con todo el equipo de trabajo. Estas necesidades se van agrupando en bloques de alcance moderado y todo el grupo acuerda iniciar el desarrollo con una historia a la vez, de la mano con las prioridades del usuario.

---

<sup>2</sup> <https://trello.com>



### **3.2.1.2 Fase de planificación:**

Con el universo de historias definido, es en la fase de planificación donde se plantea y acuerda el orden de cada una de ellas y el punto de partida. En esta etapa se revisa la interdependencia de actividades en cada bloque de trabajo, así como los recursos disponibles y las expectativas del cliente, todos factores importantes para definir la prioridad y orden final de las historias.

### **3.2.1.3 Fase de iteraciones:**

Es en este segmento del ciclo de vida de XP donde se generan los resultados concretos del proyecto y se construye iteración tras iteración el objetivo final de acuerdo a las necesidades del cliente. La cantidad de iteraciones no está limitada pero se sugiere que la duración de cada una sea corta para permitir la generación de resultados rápidamente y mantener al equipo enfocado en la meta final.

### **3.2.1.4 Fase de producción:**

La fase de producción puede considerarse como la cumbre del proceso de iteraciones y la entrega al cliente del producto terminado. En esta fase se aplican las pruebas finales de control de calidad y se traslada el proyecto a la fase de mantenimiento, generando desde este momento beneficios para el cliente.

### **3.2.1.5 Fase de mantenimiento:**

XP tiene la particularidad de permitir mantener un proyecto en producción para su evaluación una vez entregado tal que pueda generar un valor de negocio, incluso si el producto no se encuentra terminado. De este modo, el cliente puede determinar el beneficio obtenido y la dirección que desea que tome el resultado alcanzado hasta el momento. Desde aquí, se puede volver a la fase de iteraciones o pasar a la fase final.

### **3.2.1.6 Fase de muerte del proyecto:**

Una vez que no quedan historias que implementar, el equipo de trabajo acuerda culminar con el proyecto y cerrarlo, asegurando que el valor obtenido es el máximo de acuerdo a las expectativas del cliente y que el producto entregado no cuenta con desperfectos o cuando menos cumple con los requerimientos mínimos de usuario.

## **3.2.2 Justificación de XP como metodología para Mimic**

Debido al volumen de trabajo involucrado en el desarrollo de un videojuego, la incertidumbre tecnológica por el desconocimiento de este proceso –lo que acarrea limitaciones técnicas- y el corto espacio de tiempo dispuesto para finalizar el proyecto, Mimic debía ser construido en el marco de una metodología flexible y ligera que considerara la calidad del producto final por encima de una lista de entregables y documentación, aspectos propios de metodologías fuertes o pesadas como lo puede ser la de Cascada (del inglés *Waterfall*).

Mimic fue desarrollado con XP puesto que cumple con las características mencionadas y permite concentrar los esfuerzos en el resultado final y las necesidades del usuario. Para el caso de un juego serio de concienciación ciudadana, era necesario ir adaptando la construcción a la información levantada respecto a las normativas civiles comunes en ciudades y al producto como un todo, puesto que este debe contar con una presentación y transmitir una

idea dentro de ciertos parámetros como la no divulgación expresa de normas o conceptos. Siendo esto un proceso orgánico que se iba definiendo durante el desarrollo, toma sentido aplicar una metodología flexible que permita adaptar rápidamente el proceso entero cuando el resultado no es acorde a lo esperado.

### **3.2.3 Adaptación de XP**

Como fue descrito al principio del capítulo, XP incorpora un paradigma relacionado a la programación en parejas. No obstante, Mimic fue desarrollado por un único recurso y esta mecánica no fue posible.

Otro punto importante a considerar es que la programación en conjunto promueve que el conocimiento se distribuya entre varias personas del equipo y no exista un experto único en el sistema resultado. Al contar con un recurso en todas las tareas, este objetivo se cumple de facto y fue necesario que éste encarara todos los roles en cada una de las etapas del proyecto.

Adicionalmente y como salvedad, para el marco del presente trabajo especial de grado se sustituye el término “Codificación” del conjunto de sub etapas de cada iteración por “Construcción”, puesto que un videojuego no consta únicamente de partes codificadas sino que incorpora a su vez elementos abstractos que parten de distintos procesos como el diseño y el modelado tridimensional.

## **3.3 Iteraciones**

A continuación se detalla el conjunto de iteraciones que componen el proceso de desarrollo de Mimic. Siguiendo el paradigma de la metodología de XP, cada una de estas etapas se compone de cuatro fases generales que permiten proyectar, modelar, concretar y evaluar los esfuerzos con base a las expectativas levantadas al principio de ellas. En cada iteración se define la duración de la misma y se detallan las tareas y resultados según corresponda.

Para efectos prácticos de la construcción de Mimic, al iniciar este proceso se contaba ya con un diseño preliminar y una serie de expectativas y bocetos respecto al resultado final, personajes, historia y dinámica de las mecánicas de juego. Las ocho iteraciones siguientes relatan el trabajo emprendido a partir de este punto.

### **3.3.1 Iteración 1: Modelado y texturizado de personajes**

**Duración:** 10 de agosto al 28 de septiembre de 2015

#### **3.3.1.1 Planificación:**

El objetivo de esta primera iteración es la de contar con todos los modelos del juego tanto a nivel de mallado como de texturas. Para esta etapa se emplea MakeHuman para el modelado, Blender para pulir aspectos de texturas y simplificar los modelos a unos de calidad más baja y manejable, Gimp para editar algunas texturas según fuera necesario en conjunto con PixPlant y Unity 3D para importar el resultado final y contar con una vista previa en el motor de juego. Dado que es importante que Mimic sea un videojuego fácilmente distribuible, el objetivo del mismo en términos de calidad gráfica no es la de competir con otros títulos de última generación, sino por el contrario presentar modelos y personajes con rasgos definidos pero con una calidad limitada. Esto permite que Mimic pueda ser ejecutado en computadores convencionales sin el requerimiento de equipo adicional como tarjetas de video de gama alta.

Otro aspecto a considerar sobre esta iteración es que el proceso de rigging y animación no estará cubierto, ya que se quiere contar con el universo de modelos antes de adaptar cada uno a las necesidades específicas del juego conforme vaya evolucionando.

### 3.3.1.2 Diseño

En principio, Mimic consta de 18 personajes que permitirán dar sentido y vida a la historia. Todos están relacionados de alguna forma con la vida del protagonista y dependiendo de su nivel de interacción en el argumento principal contarán con un nivel menor o mayor de detalle.

La lista de personajes y un breve resumen de ellos son como sigue:

- **Carlitos de niño:** el mejor amigo del protagonista, en este caso para la versión de su infancia. Se requiere de un modelo cuyos rasgos sean los de un niño de entre 9 y 10 años y cuyo rostro refleje confianza y transmita empatía. La idea tras este concepto es que al ser un personaje secundario, debe transmitir seguridad al jugador y si bien no puede tomar el protagonismo, es necesario que cuente con un nivel de importancia alto.
- **Carlitos de adolescente:** esta vez se parte del mismo modelo que el de la infancia y se añaden rasgos propios del crecimiento, como la altura y una contextura más delgada. El Carlitos de adolescente es un personaje de unos 16 o 17 años y debe conservar todo lo propuesto para su versión infantil.
- **Carlitos de anciano:** como parte de una escena de cierre al final del juego, es necesario contar con un modelo de Carlitos durante su vejez. Para este caso es importante que la edad sea evidente: cabello blanco, piel arrugada y ropa sencilla.
- **Profesor:** este personaje cobra importancia en la infancia del protagonista del juego y tiene participación en las escenas del colegio. Debe contar con rasgos que denoten cierta autoridad y respeto, propios del estereotipo de un docente.
- **Padre:** el progenitor del protagonista, este personaje al igual que la madre no aparecerá en pantalla directamente puesto que no tiene tanto nivel de relevancia. Esta condición simplifica el proceso de desarrollo del personaje al no requerir especial atención en los detalles y disminuye la carga de trabajo. La manera de presentación será a través de su sombra, como un representativo de su presencia pero transmitiendo un mensaje claro de baja prioridad en la historia.
- **Madre:** tampoco aparece directamente en pantalla. Se trata de una figura que aún conserva rasgos de juventud y aparece una única vez durante todo el juego.
- **Ex esposa:** una relación antigua del personaje principal, al igual que el padre y la madre, la ex esposa del protagonista no tiene una relevancia crítica y su aparición es más bien referencial.
- **Recepcionista de oficina:** un joven de unos 25 años cuya aparición se limita a una escena futurible e interactúa con el protagonista. No existen requerimientos particulares respecto a este personaje más que cumpla con el criterio de edad y presencia para atender la recepción de una empresa.
- **Jefe:** el supervisor del protagonista durante el segundo capítulo del juego. Es crítico que este personaje tenga rasgos marcados que reflejen autoridad, convicción e indiferencia, tal que pueda generar una sensación de distancia y cuidado en el jugador. Este personaje tiene relevancia en el desarrollo de los eventos del juego y los detalles como un traje formal y el aspecto de un típico jefe de oficina son importantes y altamente deseables para esta iteración.
- **Hijo del jefe:** aunque su aparición se limita a una única escena en el juego, es importante que conserve los rasgos de su padre y el parecido entre ambos sea evidente. Emiliano, como también es conocido, debe ser un personaje que aunque haga una breve aparición deje una fuerte impresión en la mente del jugador, punto que se refuerza por su papel en la historia.
- **Anti ciudadano 1:** se desea incluir un grupo de anti ciudadanos en el juego que no son más que personajes que ofrecen alternativas poco éticas y morales a sus conflictos o situaciones. Estos personajes pueden encarar el rol de un gestor de trámites o un asaltante en un sistema de transporte público. Para el caso del anti

ciudadano 1, se trata de un sujeto que interactúa con el protagonista durante su adolescencia, ofreciéndole la posibilidad de ingresar a la universidad pública a través de una módica suma.

- **Anti ciudadano 2:** este personaje tiene participación en una única escena futurible, por lo que podría no ser visto en todas las partidas de Mimic. Se trata de un asaltante con rasgos típicos de este tipo de individuos: ojos enrojecidos, higiene personal deplorable, bigote mal cuidado y vestimenta inadecuada e informal para el contexto donde realiza sus actividades.
- **Anti ciudadano 3:** en conjunto con anti ciudadano 2, este personaje es otro de los asaltantes que tiene participación en el futurible mencionado. Se trata sin embargo, de un estereotipo más refinado, representando el cerebro de la operación pero a su vez transmitiendo una impresión poco confiable a primera vista.
- **Ciudadano virtual:** tal como fue descrito en el capítulo anterior, se requiere un modelo basado en un maniquí artístico de madera para representar a todos los ciudadanos en el juego. Sin expresiones ni rasgos evidentes.
- **Protagonista de niño:** el personaje principal de la historia de Mimic, quien tendrá aparición en todos los niveles del capítulo inicial, ambientado en su infancia. Es importante que tenga rasgos neutros, puesto que una expresión muy definida puede influenciar asociaciones que impiden la identificación del jugador con este: rostro no confiable ni cauteloso, expresión no relajada ni nerviosa, facciones no marcadas ni ausentes. Otro aspecto importante es la vestimenta, puesto que debe contar con un uniforme propio de la etapa escolar que encara el personaje: franela blanca manga corta y pantalón de vestir azul marino, con zapatos de cuero negro. Los modelos del protagonista en todas sus versiones son los que deben contar con el mayor nivel de calidad posible en el marco de Mimic, tanto a nivel de cantidad de polígonos como resolución de las texturas.
- **Protagonista de adolescente:** este modelo debe contar con rasgos propios de un joven de entre 16 y 17 años. Al igual que Carlitos de adolescente, este personaje permite que el jugador encare al protagonista en sus años previos al ingreso a la universidad. La vestimenta debe ser juvenil pero no muy llamativa y los rasgos deben evidenciar el paso del tiempo desde la infancia del personaje.
- **Protagonista de adulto:** es el modelo principal del juego puesto que representa la aparición más extendida del protagonista en Mimic. Según la historia, este personaje debe tener vestimenta acorde a su trabajo de oficina y contar con rasgos propios de un sujeto de entre 28 y 30 años que reflejen su madurez física.
- **Protagonista de anciano:** como última aparición en Mimic, este modelo debe reflejar el paso de 45 años y representa la cumbre de la vida del protagonista. Los rasgos propios de la edad deben estar presentes y su aparición se limita a la escena final del juego donde se presentan a su vez los créditos.

### 3.3.1.3 Construcción

La dinámica de construcción de esta iteración lleva el siguiente orden:

1. Con la ayuda de MakeHuman se genera un modelo acorde a las necesidades individuales del personaje en cuestión. Esta herramienta cuenta con muchas facilidades para generar modelos realistas de humanos con rasgos y detalles configurables que van desde la forma del rostro hasta la altura y el envejecimiento corporal. Posteriormente, la aplicación incluye un conjunto de prendas de vestir por defecto que permiten definir rápidamente la ropa del personaje y en la mayoría de los casos resulta suficiente.
2. Una vez generado el modelo, este es importado en Blender, donde se configuran los materiales y se procede a reducir la calidad usando un proceso conocido como *Decimation*, donde se puede disminuir notablemente la cantidad de vértices del modelo. Esto es necesario puesto que MakeHuman es una herramienta que genera modelos de propósito general, situación apropiada para animaciones donde la alta calidad suele ser importante. Por el contrario, para un videojuego y particularmente para Mimic, es importante la eficiencia de recursos y un modelo con menos polígonos es más sencillo de procesar para computadores de gama baja.
3. Sin salir de Blender, se procede a diseñar y construir objetos o particulares del atuendo del personaje. Para el caso del anti ciudadano 3 –por ejemplo- fue necesario modelar un bolso pequeño que permitiera albergar un arma y se adaptara al perfil de éste.
4. A través de Gimp, se realiza una revisión de las texturas del modelo –en su mayoría generadas por MakeHuman- y se reduce la calidad en aquellas donde el nivel de detalle no es primordial o es excesivo al

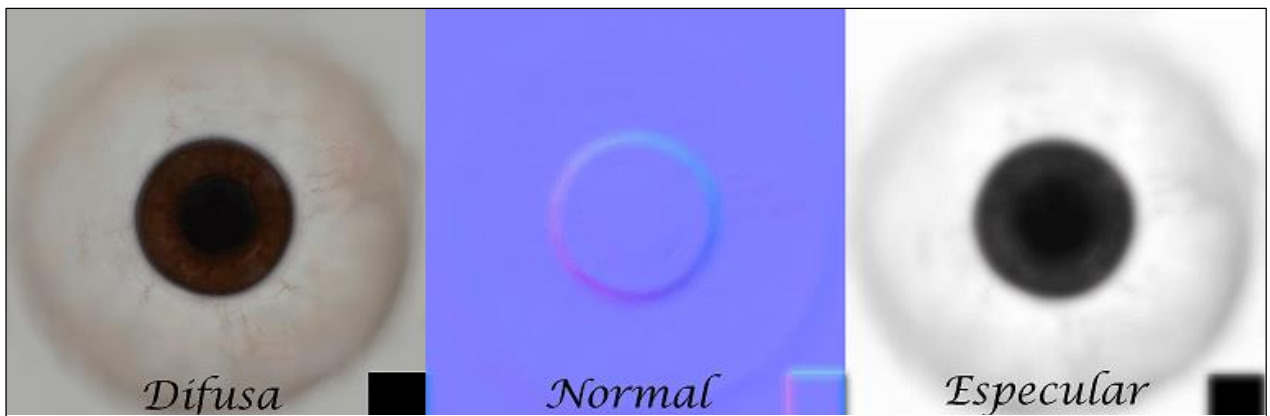


Ilustración 37: De izquierda a derecha, textura difusa, normal y especular de un ojo. Generadas por MakeHuman y tratadas con PixPlant.

disminuir la resolución de las imágenes que componen a la textura. Comúnmente, MakeHuman las genera en resoluciones de 2048x2048, lo que resulta en un peso de archivo mayor y un detalle innecesario en la mayoría de los casos.

5. En los momentos donde se vuelve imperativo, se hace uso de PixPlant para generar texturas normales y especulares a partir de la textura difusa del modelo. Esto permite que la iluminación del personaje sea más realista al contar con un relieve aparente y un valor especular coherente con el material en sí. Por ejemplo: los ojos no solo tienen color, sino que a su vez tienen una forma cóncava propia del iris que es un poco más brillante que la zona cerca de la pupila. Este efecto se puede imitar con una textura normal que refleje la depresión en el ojo y una textura especular que indique al motor de juego donde debe impactar la luz con más fuerza (para generar más brillo) y donde debe verse más opaca (ver ilustración 37).
6. Con los pasos anteriores finalizados, se procede a importar el modelo en Unity 3D. El motor de juego puede tratar directamente los archivos “.blend” generados por Blender y realizar una conversión para poder manejarlo internamente. Dado que la cantidad de formatos que soporta Unity 3D es amplia y las opciones particulares de Blender también, en algunos casos es necesario reajustar los materiales del modelo asignándolos a los polígonos correctos o reimportando las texturas previamente elaboradas.

Los resultados pueden ser vistos en las ilustraciones 38 a 55.



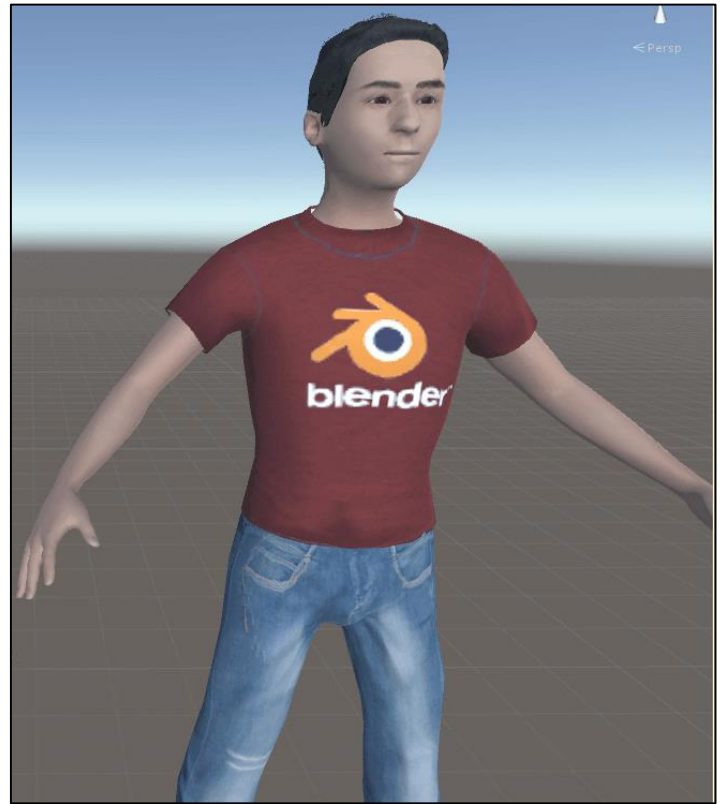
Ilustración 39: Madre



Ilustración 38: Padre



*Ilustración 40: Carlitos de niño*



*Ilustración 41: Carlitos de adolescente*



*Ilustración 43: Profesor*



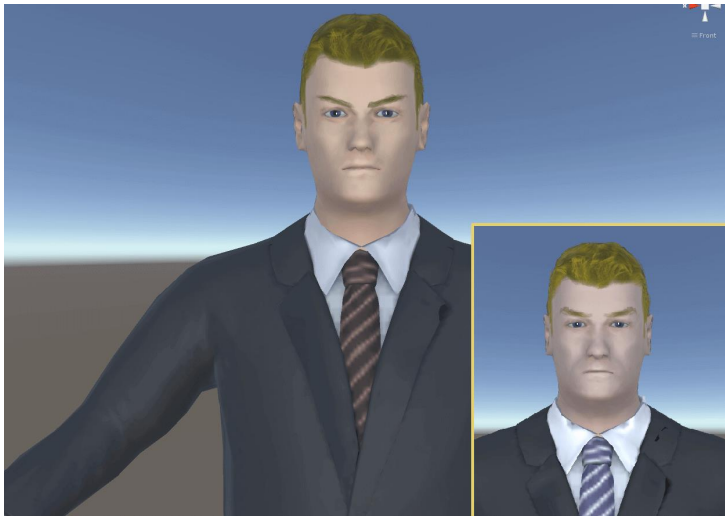
*Ilustración 42: Carlitos de anciano*



*Ilustración 45: Recepcionista*



*Ilustración 44: Ex esposa*



*Ilustración 47: Hijo del jefe y comparativa con su padre*



*Ilustración 46: Jefe*



*Ilustración 50: Anti ciudadano 1*



*Ilustración 48: Anti ciudadano 2*

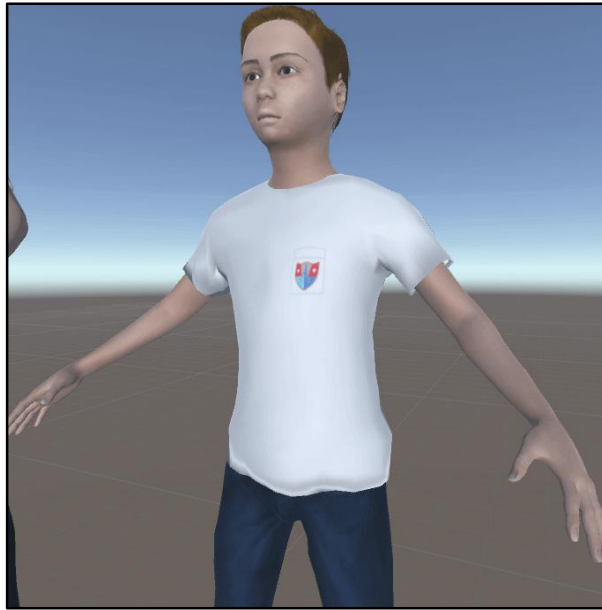


*Ilustración 49: Anti ciudadano 3*

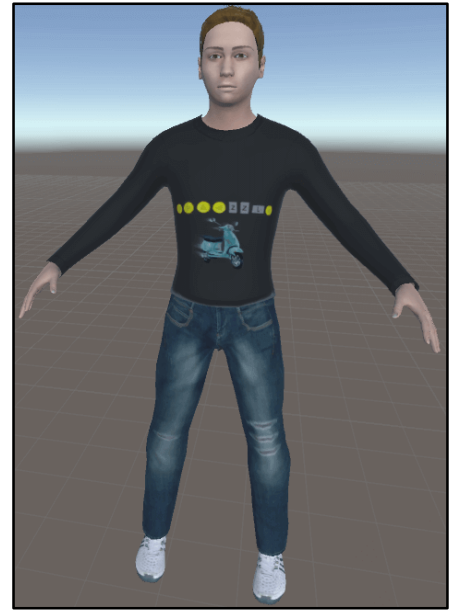




*Ilustración 52:  
Ciudadano virtual*



*Ilustración 53: Protagonista de niño*



*Ilustración 51: Protagonista de adolescente*



*Ilustración 54: Protagonista de adulto*



*Ilustración 55: Protagonista de anciano*

### **3.3.1.4 Pruebas**

Dado que el diseño de modelos y su aspecto tiene un alto nivel subjetivo, no se consideraron pruebas para esta iteración en particular. No obstante, se puede evidenciar de la fase de construcción que los rasgos mínimos de cada personaje cumplen con lo requerido.

### **3.3.2 Iteración 2: Escenas piloto en Unity**

**Duración:** 4 de octubre de 2015 al 13 de marzo de 2016

**Mimic:** Juego Serio de concienciación ciudadana



### 3.3.2.1 Planificación:

Esta iteración es una de las más largas puesto que conlleva una exploración inicial del proceso de construcción de un videojuego a través de dos escenas piloto: Primaria\_1 y Habitación\_1 (salón de clase y habitación del jugador). En estas se prueba el potencial técnico de Unity 3D y se experimenta con un sistema de scripts de escena que permitirán la ejecución de eventos de forma asíncrona a medida que el jugador tome decisiones en los niveles.

El modelo de trabajo desarrollado en esta iteración será aplicado en gran medida para el resto del juego. Se necesita contar al final de ella con un método fiable para implementar en Unity 3D los siguientes elementos:

- Animaciones
- Expresiones de emoción en el rostro de los personajes
- Escenarios con objetos
- Eventos de escena (diálogos, acciones, controles para el jugador)
- Comportamiento aleatorio para los personajes en situaciones de reposo o inactividad

### 3.3.2.2 Diseño:

El diseño de esta iteración se tratará en torno a los cinco puntos levantados en la planificación. Cada uno de ellos es un elemento crítico de cada escena del juego y deben desarrollarse de tal forma que sea reproducibles y reutilizables a lo largo del resto de la construcción de Mimic.

- **Animaciones:** un aspecto importante en cualquier contenido digital generado por computadora es el de la animación. Este componente aporta movimiento y dinámica a los elementos y permiten transmitir y complementar el mensaje y objetivo para el cual han sido diseñados a través de paradigmas como el del esqueleto (ver ilustración 56). En el caso de un videojuego, las animaciones modelan el comportamiento de los objetos y personajes y les permiten realizar acciones de todo tipo como caminar, correr y saltar. En juegos de mundo abierto –que no es el caso de Mimic- este tipo de animaciones son de propósito general y se desencadenan de forma dinámica de acuerdo a las acciones del jugador a través del control dispuesto para ello.
- Mimic por su parte, implementa animaciones fijas en el sentido de que estas no se ajustan directamente a las acciones del jugador sino que tienen una duración y características estáticas (ver ilustración 57). No obstante, pueden ser desencadenadas tras presionar un botón, tomar una decisión o completarse un evento particular en el juego. Por ejemplo, si en Mimic el jugador escoge “Trabajar”, el protagonista ejecutará una animación fija y diseñada previamente donde se le puede ver revisando algún documento sentado tras un escritorio. Este tipo de animaciones de carácter más cinematográfico requiere de un nivel de detalle importante en cuanto a los movimientos del personaje, no solo a grandes rasgos como las piernas, brazos y cabeza sino también movimientos sutiles como los del parpadeo y la oscilación de los hombros por la respiración.



*Ilustración 56: Diseño del esqueleto de los modelos, tras el proceso de rigging*

Escena 1 (Animaciones)	Escena 2 (Animaciones)	Escena 3 (Animaciones)
Personaje 1: • Caminar • Caminar en reposo • Saltar • Saltar en reposo Personaje 2: • Hablar • Hablar y mirar a la cámara	Personaje 1: • Correr a la entrada • Respirar en reposo Personaje 2: • Saltar en reposo • Saltar Personaje 3: • Hablar • Respirar en reposo	Personaje 1: • Salir de escenario Personaje 2: • Correr • Caminar lentamente Personaje 3: • Hablar hacia el protagonista

Ilustración 57: Esquema de animaciones fijas y predeterminadas

Es necesario entonces que los modelos cuenten con un esqueleto que permita definir la posición, rotación y escala de cada segmento del cuerpo dentro del rango de movimiento posible en un ser humano, esto es: movimiento de caderas y cintura, arqueado de la espalda, rotación del cuello y hombros, movimiento de antebrazos, brazos y manos, así como de las piernas, tobillos y pies. Además, se debe contar con la posibilidad de manipular la mirada del personaje, sus párpados y dedos de las manos para tomar objetos y gesticular.

- **Expresiones de emoción en el rostro del personaje:** para aquellos modelos cuya participación en la historia sea amplia o relevante, es necesario contar con un nivel de realismo adicional al dotarlos de expresiones faciales simples. Estas expresiones se pueden resumir en: felicidad, sonrisa, rabia, tristeza, preocupación y neutral (ver ilustración 58).

Otro aspecto importante relacionado a estas emociones es que no pueden estar atadas a las animaciones fijas y por el contrario deben poder desencadenarse en cualquier momento. Esto implica que serán controladas durante la ejecución del juego en momentos no determinados y no a través de la propia animación en sí. A la práctica, un personaje podría ejecutar la misma tarea con dos expresiones diferentes; por ejemplo: caminar de un lado a otro con una expresión preocupada y luego con una expresión de alegría, utilizando en ambos casos la misma animación de caminata.

Finalmente, la transición de una emoción a otra debe ser suave para emular de forma más realista el comportamiento humano. Esto implica que entre una expresión y otra debe pasar algunos segundos y el cambio debe ocurrir de forma gradual.

- **Escenarios con objetos:** como parte del proceso de creación de niveles, es necesario definir un modelo de desarrollo para los escenarios y los objetos que lo componen. En este caso, cada escenario puede tener una serie de características y mobiliario particular acorde con la representación que se desea alcanzar. Los escenarios deben ser independientes de sus objetos internos, ya que serán reutilizados y contener siempre los mismos elementos en todos los casos resta verosimilitud al resultado final: en la vida real, los objetos son movidos y cambiados de posición constantemente.

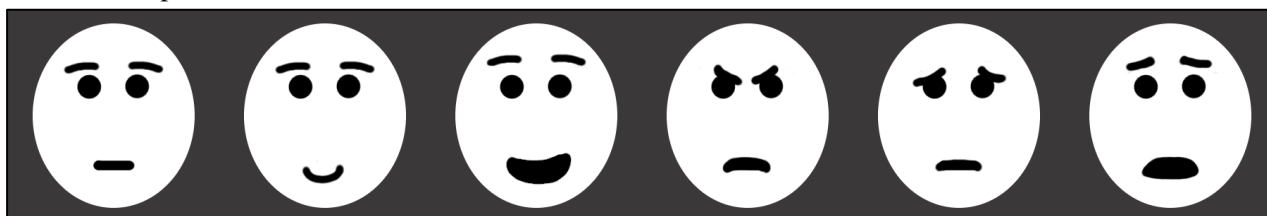


Ilustración 58: Universo de expresiones en Mimic, de izquierda a derecha: neutral, sonriente, alegre, molesto, triste y preocupado.

Un aspecto adicional consiste en que estos escenarios no deben tener un número de polígonos elevado, ya que la mayoría de estos se concentra en los personajes. Añadir polígonos extra a los niveles al agregar detalle innecesario –como una pared compuesta por miles de vértices cuando podría ser representada de forma casi exacta con solo seis de ellos y dos polígonos- solo incrementa los requerimientos técnicos del resultado final y no altera de forma perceptible la experiencia de juego, particularmente para uno de concienciación ciudadana.

- **Eventos de escena:** Mimic debe contar no solo con acciones para sus personajes y eventos en el transcurso del nivel, sino también debe brindar la posibilidad al jugador de controlar estos sucesos. Entre otros puntos, se debe establecer un sistema que permita soportar lo siguiente: diálogos cronometrados entre personajes, ejecución de animaciones, botones y controles para el jugador, eventos de escena como transiciones y movimiento de cámara y lo más importante, la posibilidad de que todos estos componentes puedan ser flexibles –de fácil edición- y asíncronos.

Este sistema de eventos permite que Mimic sea un juego interactivo que reaccione a varios parámetros y no se trate por el contrario de una experiencia predeterminada más similar a una película. El desarrollo de este sistema permitirá que el resto de la construcción del juego se base en la elaboración de recursos –objetos, animaciones, pistas de audio, texturas, etc.- y sea necesario un único proceso para ensamblar todo en un script de escena editable y fácilmente adaptable a los objetivos del nivel en concreto.

- **Comportamiento aleatorio para los personajes en situaciones de reposo o inactividad:** un aspecto interesante que añade realismo al juego es que los personajes no se mantengan estáticos a la espera de alguna acción del jugador o la ejecución de un evento particular. En la vida real, los seres humanos se mueven de manera constante: respiración, parpadeo, balanceo por el pulso, etc. A su vez, estos comportamientos varían por algún movimiento casual como aliviar la comezón al rascarse alguna zona del cuerpo, estirar el cuello o simplemente alternar las piernas cuando se está sentado.

Mimic incorpora esto a través de una serie de comportamientos genéricos que se ejecutan de forma aleatoria (ver ilustración 59). Cuando el personaje se encuentre en un estado de reposo o inactividad –por ejemplo a la espera de la decisión del jugador-, este entrará en un ciclo de acciones aleatorias tomadas directamente de los comportamientos genéricos, que no son más que animaciones predefinidas que se reproducen de manera cíclica y en conjunto dan la apariencia de que el modelo tiene vida y se mantiene activo.

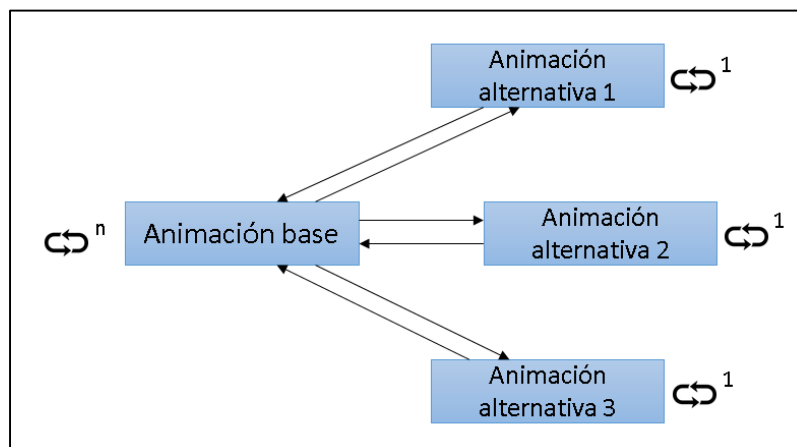


Ilustración 59: Ciclo de comportamientos aleatorios

### 3.3.2.3 Construcción

De acuerdo al diseño y la planificación, el proceso de construcción de esta iteración es como sigue:

**Animaciones:** El proceso de desarrollo de animaciones parte del concepto de esqueletos y el resultado final permite poses como las de la ilustración 60. Es necesario que los objetos a ser animados cuenten con una pseudo estructura ósea que permita manipular el modelo. A efectos prácticos, cada hueso de este esqueleto controla un conjunto de vértices del objeto en una relación basada en pesos: a mayor peso, mayor influencia tiene el hueso sobre el área y viceversa.

Para efectos del presente trabajo, se utilizó Blender para generar el esqueleto de todos los modelos de forma automática. Una de las ventajas del software libre –como es el caso de Blender- es que se puede encontrar pequeñas herramientas desarrolladas por la comunidad para acometer tareas repetitivas o comunes. En el proceso de animación, la creación y edición de un esqueleto humano es no solo un elemento constante sino también innecesario de realizar desde cero en cada caso: los huesos y articulaciones humanas no cambian. Dado que Mimic emplea únicamente modelos humanos -o con rasgos humanos como los ciudadanos virtuales-, existe la posibilidad de hacer uso de alguna de estas herramientas para generar de manera automática dicho esqueleto. En Blender existe *Rigify*, un añadido desarrollado por la comunidad que hace justamente esta tarea.

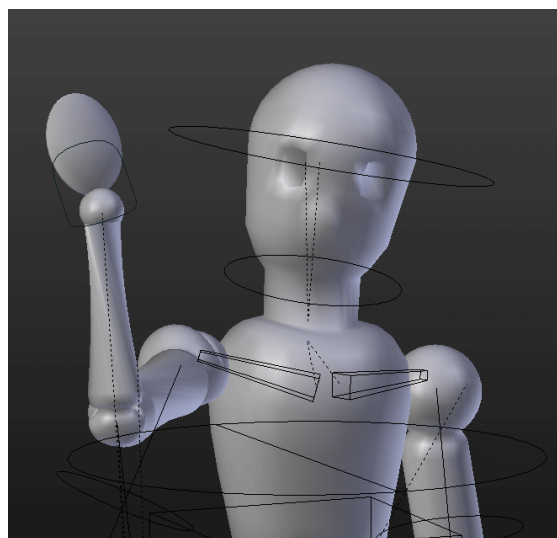


Ilustración 60: Modelo animado gracias al proceso de rigging

Para trabajar con *Rigify* basta con iniciar con un esqueleto predeterminado que se ajusta a cada segmento del personaje. Una vez hecho esto, el proceso se resume en generar el esqueleto definitivo de forma automática. Con este último, se crea una asociación de padre-hijo entre él y el modelo en cuestión, lo que permite que Blender calcule de

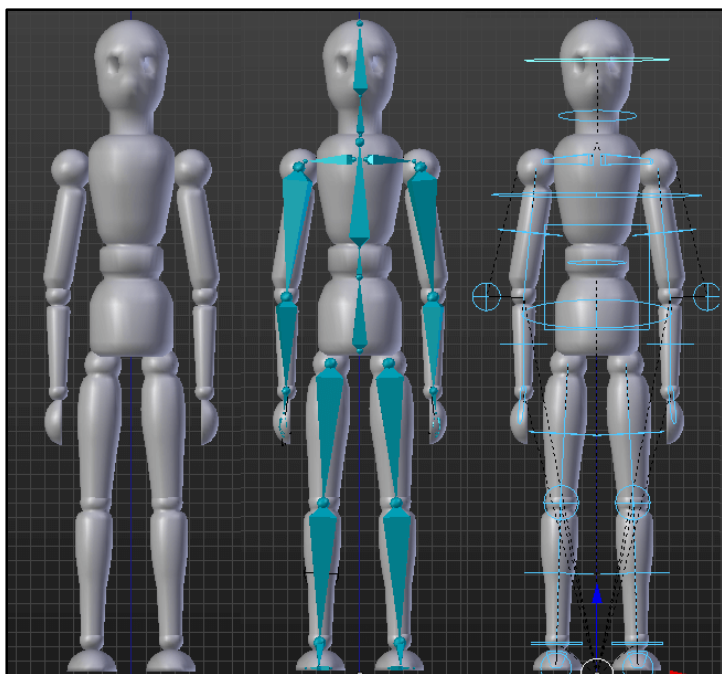


Ilustración 61: Proceso de creación del esqueleto. De izquierda a derecha: modelo original, esqueleto base, esqueleto definitivo generado con Rigify

forma automática los pesos e influencias de cada hueso –cabe acotar que con una precisión muy buena-. En el caso de que algún hueso termine con una influencia incorrecta respecto sobre algún segmento del cuerpo (por ejemplo: que el hueso del hombro mueva una rodilla al mismo tiempo que el brazo), Blender ofrece las herramientas necesarias para editar manualmente los pesos y corregir estos defectos. Al término de este proceso, ya se puede manipular el modelo utilizando los huesos generados (ver secuencia en la ilustración 61).

En el caso de personajes orgánicos que tienen una aparición prolongada en pantalla (la gran mayoría de ellos), fue necesario ir un paso más allá en el proceso de rigging y definir huesos adicionales para los párpados y ojos. Es importante tener en cuenta que el “hueso” es un mero concepto abstracto y no tiene por qué ser totalmente acorde con la anatomía real sino por el contrario responder a las necesidades del animador. Un “hueso” cómo se maneja en este

contexto es una herramienta para manipular vértices, de ahí que tenga sentido utilizar huesos para los párpados.

Con el esqueleto de cada personaje terminado, se puede proceder a elaborar los clips de animación para cada caso según corresponda. Para efectos de esta iteración se trabaja únicamente con las animaciones correspondientes a los personajes de: Carlitos de niño, Protagonista de niño, Profesor y Ciudadano virtual.

El proceso de animación también se lleva a cabo en Blender a través de la herramienta de Acciones y la línea temporal (conocido como *Timeline* en Blender). Una acción no es más que un conjunto de puntos en una línea de tiempo que denotan la posición, rotación, escala y otros atributos de un elemento en un tiempo determinado.

Por ejemplo, para lograr que un personaje parpadee, en un tiempo 0 se crean marcas en la línea de tiempo con los huesos de los párpados inferior y superior en su apertura normal. En un tiempo posterior se crea una nueva marca con ambos párpados totalmente cerrados y finalmente, se copia la marca original al final de la línea de tiempo para generar el efecto de cierre propio del parpadeo. Si se requiere un comportamiento genérico, basta con repetir este parpadeo una y otra vez en un ciclo de animación.

La idea básica de este proceso se extrapola a cualquier movimiento que se desee simular, desde caminatas hasta gestos y todo se trata –en su mayoría– de un proceso artístico y manual que requiere tiempo y pruebas para evaluar la naturalidad del resultado. En la industria moderna, es común utilizar dispositivos de captura de movimiento en actores reales que son luego importados en el modelo que se desea animar, generando resultados más verosímiles y sencillos de manejar. En contraparte, el proceso de animación manual fue usado con amplitud al inicio de la era digital y aun hoy es un medio económico utilizado en desarrollos independientes y proyectos de pequeña envergadura como Mimic.

### **Expresiones:**

En líneas generales, existen cuando menos dos formas distintas de integrar expresiones en los modelos a través de Blender: crear huesos para cada músculo del rostro o utilizar *Shape Keys*. Este último es el método escogido puesto que es más intuitivo y sencillo de implementar. Un *Shape Key* en Blender no es más que una herramienta que permite deformar los vértices directamente sin necesidad de utilizar un esqueleto.

En este caso, se define una pose inicial o estado cero donde la expresión o modificación en el mallado no existe. Luego, se define la posición final que tiene la expresión en su nivel más notable. Gracias a Blender, se puede interpolar entre ambos estados con un índice que alterable en el intervalo  $[0,1]$ , siendo 0 (cero) el menor nivel de afectación y 1 (uno) el máximo. Con este paradigma, se puede definir un estado inicial donde la expresión del rostro está relajada y neutra y un estado final que contiene el resultado final en sí (ira, alegría, tristeza,...).

Es importante mencionar que si Unity 3D no soportara este concepto, no tendría sentido usar *Shape Keys* y por el contrario sería necesario emplear el modelo tradicional basado en esqueletos faciales. Por suerte, Unity 3D tiene su propia interpretación llamada *Blend Shapes*, que a efectos prácticos provee un resultado idéntico y es compatible con el análogo de Blender.

Finalmente y para lograr que las transición entre expresiones sea suave, se implementó un script escrito en C# que parte del estado cero (la emoción previa o la emoción neutral) y se mueve hasta el estado final (la emoción objetivo) durante un tiempo determinado a través de pasos iterativos predeterminados. El código fuente de esta transición puede verse en la ilustración 62.

```

void UpdateEmotions ()
{
    bool alldone= false;

    if (!nobody)
    {
        for (int i=0; i<8; i++)
        {
            BodyController.SetBlendShapeweight(i, BodyController.GetBlendShapeweight(i) + BodyWeightSteps[i]);
        }

        if (BodyController.GetBlendShapeweight(BodyEmotionIndex)>=100.0f)
        {
            for (int i=0; i<8; i++)
            {
                if (i!= BodyEmotionIndex)
                    BodyController.SetBlendShapeweight(i, 0.0f);
                else
                    BodyController.SetBlendShapeweight(i, 100.0f);
            }
            alldone= true;
        }
    }
}

```

Ilustración 62: Extracto de la función "UpdateEmotions ( )", utilizada para la transición suave entre expresiones de los personajes

Para simplificar, la función "UpdateEmotions ( )" es llamada en cada actualización de la pantalla a través de una función de ejecución automática llamada "Update ( )", predefinida en Unity 3D. Cuando se necesita que un personaje exprese alguna emoción, se le envía un mensaje al script mencionado indicando un índice para determinar la expresión objetivo. Luego, se activa una bandera que indica al script que en cada llamada de Update ( ) debe llamarse también a UpdateEmotions ( ). Es en esta última donde lentamente se ejecuta la transición entre el estado actual y el estado final, moviendo el parámetro de intensidad -mencionado al principio con los Shape Keys- de cero a cien. Cuando el parámetro alcanza este punto, se desactiva cualquier emoción residual de las ocho posibles alteraciones implementadas para cada modelo y se indica que ha finalizado la transición, de manera que Update ( ) no llame nuevamente a UpdateEmotions ( ).

Como nota adicional, las ocho alteraciones mencionadas corresponden a pequeñas alteraciones en el rostro del personaje que cuando son manipuladas en conjunto permiten formar expresiones. Es un número que solo fue determinado de esta forma durante el desarrollo de Mimic y puede variar totalmente de acuerdo al desarrollador y animador involucrado.

El resultado final de acuerdo al diseño corresponde a la ilustración 63.



Ilustración 63: Expresiones finales importadas en Unity 3D. De izquierda a derecha: neutral, sonriente, feliz, molesta, triste y preocupada.



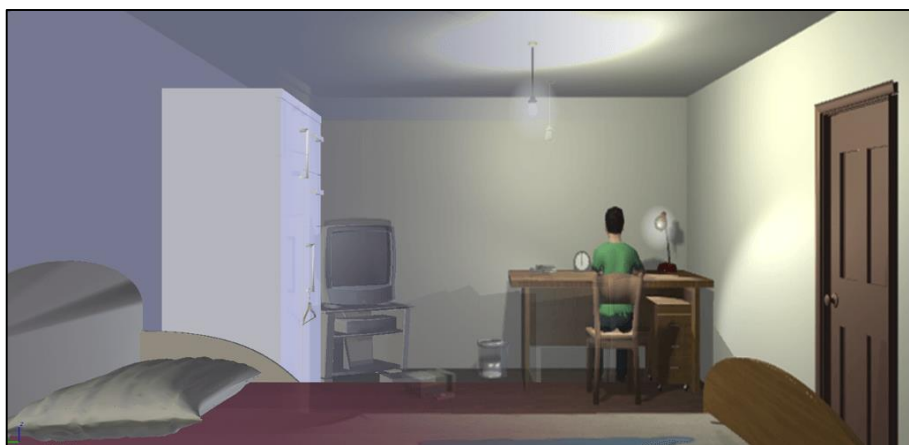
## Escenarios:

A pesar de parecer uno de los aspectos complejos en primera instancia, lo cierto es que el desarrollo de escenarios resulta relativamente sencillo. Todo el proceso se ejecutó con el uso de Blender para los modelos y texturizado y Gimp para la creación de materiales. En términos de tiempo, la creación de objetos y muebles consumió una parte importante del proceso, puesto que era necesario disponer de un conjunto abundante de ellos para que las escenas tuvieran una distribución adecuada y no parecieran espacios vacíos. En algunos casos se buscó fuentes de modelos gratuitos o con licencias públicas para simplificar este proceso y reducir el tiempo de construcción, el resto fue diseñado y desarrollado desde cero.

En el caso de esta iteración, se tenía dos escenarios en mente: el salón de clase de primaria (ilustración 64) y la habitación del protagonista en su etapa infantil (ilustración 65). Ambos escenarios serían reutilizables en varios niveles por lo que era necesario invertir un esfuerzo importante para que el nivel de detalle alcanzado fuera suficiente para soportar la repetición en distintas ocasiones del juego. En el capítulo anterior se mostró el boceto de ambos espacios y el resultado final tras la iteración es como sigue:



*Ilustración 64: Escenario de la primaria. A la izquierda el modelo original en Blender y a la derecha el resultado final en Unity 3D.*



*Ilustración 65: Escenario de la habitación. A la izquierda el modelo original en Blender y a la derecha el resultado final en Unity 3D.*

## Eventos de escena:

Para lograr una ejecución de eventos asíncrona sin tener que programar manualmente cada escena y evento del juego, se creó un script que permite leer un archivo de entrada para cada escena y de acuerdo a una sintaxis y semántica establecida ejecutar una u otra acción con los parámetros indicados en cada caso.

A efectos prácticos, se definió un lenguaje que consta de más de 50 palabras reservadas y sirven como entrada para cada escena. Unity 3D interpreta estos archivos a través del script mencionado y construye un árbol con todos los eventos del nivel actual. Esto cobra sentido si se considera que Mimic es un juego que responde a las acciones del jugador y por tanto un mismo nivel puede presentarse de distintas formas, por lo que una representación en árbol es ideal para tratar las distintas ramas del flujo de cada escena. Cada evento es un nodo y este puede contener acciones (como animaciones, actualizaciones en el estado del personaje, cambios en la interfaz, etc.), dialogo, opciones para el jugador y referencias a los nodos hijo si existiesen.

El lenguaje desarrollado tiene una estructura como la que sigue:

### *Eventos secuenciales en escenas*

número\_de\_nodo= número\_de\_hijos# número\_hijo\_1# número\_hijo\_2#...= dialogo\_1# retardo\_aparición| dialogo\_2#  
retardo\_aparición|...= acción\_1 parámetro\_1 parámetro\_2... / acción\_2 parámetro\_1  
parámetro\_2.../...= opción\_1/ opción\_2/...\*

#### *Ejemplo*

*1=1#2=Profesor: Tienen dos semanas para hacer la asignación, que es lo que nos queda de clase, recuerden que tiene un peso muy importante en la calificación final. ¿Alguna pregunta?#2=animar camera e1\_e1\_a1/animar Profesor e1\_e1\_teacher\_a1/activar control/mostrar dialogoUI=dialogo\**

### *Tareas genéricas disponibles*

leveltask= tipo\_de\_botón# texto= acción\_de\_introducción\_1/ acción\_de\_introducción\_2/...= acción\_intermedia\_1/ acción\_intermedia\_2/...= acción\_de\_cierre\_1/ acción\_de\_cierre\_2/...= acción\_a\_tarea\_1/ acción\_a\_tarea\_2/...\*

#### *Ejemplo:*

*leveltask= impetu\_button# Dormir= animar player sleep\_in= animar player sleep\_mid/task player none endless 0 - 0.2 0.25 0.075= animar player sleep\_out/stop TweakingStatus= animar player intertaskFaker/animar player intertaskFaker/animar player intertaskFaker/animar player intertaskFaker/animar player intertaskFaker\**

Los archivos que contienen las instrucciones para construir el árbol de escena son conocidos como scripts de escena y prácticamente todos los niveles de Mimic cuentan con uno. De esta forma, el desarrollo –tal y como se había planeado- se concentra en la producción de recursos y la escritura del script de escena, el cuál es más adaptable y manejable que programar cada nivel de forma individual.

## Comportamiento aleatorio:

Una vez completadas las animaciones para las escenas piloto, es necesario implementar un sistema de comportamiento aleatorio que permita que los personajes cambien de una a otra siguiendo un patrón no determinado y emulando la conducta real de un ser vivo. Para esto, Unity 3D cuenta con una herramienta llamada *Animator*, que



consiste en un pequeño editor donde se puede crear una máquina de estados para definir condiciones y varios parámetros de transición entre cada clip de animación.

A través del *Animator*, se puede tomar las animaciones importadas asociadas a un personaje y organizarlas de tal manera que presenten un flujo verosímil y aleatorio. Cada estado de estas máquinas finitas es un clip de animación y las transiciones pueden estar condicionadas a parámetros como si el personaje se encuentra en estado de reposo o no, el progreso de la escena y cualquier otro valor que se necesite definir.

A su vez, Unity 3D permite anidar máquinas de estado para simular comportamientos más complejos e incluso incluir scripts para controlar aspectos más elaborados de la transición. Es el caso del comportamiento aleatorio desarrollado para Mimic. Siempre que se desee que un personaje entre en un estado de reposo aleatorio, se define una máquina de estado que cambia de un clip de animación a otro de forma no determinada y repite estos comportamientos varias veces en el tiempo. El resultado en conjunto es una animación continua y natural al ojo del espectador.

Un ejemplo del *Animator* para el protagonista en la escena *Primaria\_1* se puede ver en la ilustración 66.

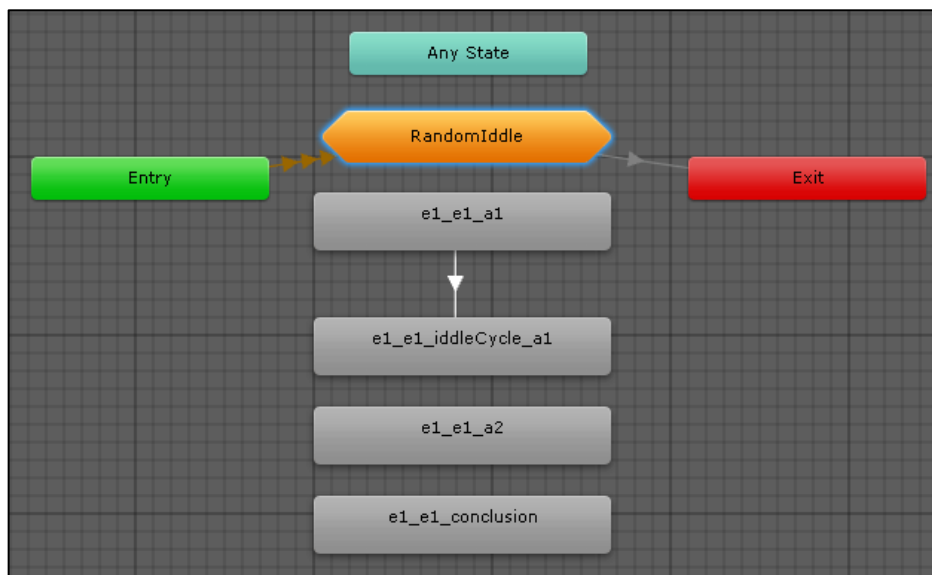


Ilustración 66: *Animator* para el protagonista de la primera escena de Mimic

Finalmente, se procede con el ensamblado de las dos escenas iniciales del juego. Ambas incorporan todos los elementos descritos hasta el momento y sirven tanto como introducción de Mimic como para comprobar el proceso de desarrollo de una escena.

En adelante, cada escena desarrollada seguirá un patrón similar: escritura del script y desarrollo de los recursos como el escenario y los clips de animación.

### 3.3.2.4 Pruebas

La fase de pruebas de esta iteración se realizó a través de un demo del juego. Una vez culminado el desarrollo de ambas, se exportó desde Unity 3D un ejecutable para el sistema operativo Microsoft Windows 10 y se probó ambas escenas en sus distintos flujos con resultados satisfactorios, por lo que el objetivo de la iteración se cumple y se puede proseguir a la siguiente.

### Iteración 3: Esquema de navegación de escenas inicial

**Duración:** 26 de marzo al 20 de abril de 2016

#### 3.3.3.1 Planificación:

Durante esta iteración se hace necesario dotar a Mimic de una estructura de navegación entre escenas tal que pueda ofrecer continuidad en la experiencia de juego. Hasta el momento, el videojuego consiste en dos escenas que suceden una tras otra, sin mayor presentación ni pantalla de bienvenida; elementos propios de cualquier juego.

Es necesario entonces contar con un menú principal donde pueda crearse una nueva partida o cargar una existente, un menú de pausa para acceder a otras opciones de juego durante el desarrollo de un nivel y a una pantalla de carga que enlazara cada uno de los niveles de una forma presentable y sin cortes en el flujo de eventos de Mimic. Contar con un menú principal que permita cargar partidas implica que también debe desarrollarse la posibilidad de guardar la partida actual para continuar en otro momento, conservando el estado y progreso del juego al momento en que el jugador decide dejarlo.

Finalmente, debido a la necesidad de probar la continuidad del juego gracias a las decisiones tomadas en los primeros dos niveles, se hace necesario desarrollar un tercero en el marco de la historia propuesta: *Primaria\_2*, que consiste en una nueva visita al salón de primaria.

#### 3.3.3.2 Diseño

Con los elementos propuestos, esta iteración se concentra en:

1. **Menú de pausa:** comúnmente los videojuegos cuentan con un menú de pausa que permite no solo detener las acciones en un momento determinado sino a su vez acceder a opciones de configuración, administración de partidas guardadas, inventario, mapas, pantalla de objetivos, etc.

Para el caso de Mimic, el menú de pausa debe contener las siguientes opciones: Reanudar, Guardar Partida, Volver al Menú Principal y Salir. En orden estas permiten retomar la partida actual, capturar el estado para continuar en otro momento, salir del nivel actual para volver a la pantalla inicial de Mimic y cerrar el videojuego para volver al escritorio de Windows. Estas dos últimas opciones deben desplegar una advertencia de pérdida de datos si no se guarda la partida antes.

Finalmente, también se necesita que el menú de pausa indique el capítulo actual.

El diseño de este menú se puede ver en la ilustración 67.

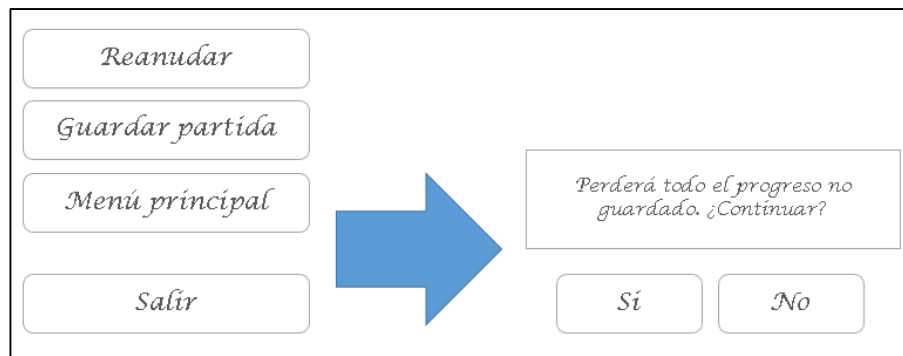


Ilustración 67: Diseño del menú de pausa

## 2. Menú

como parte de la presentación del juego, Mimic debe contar con un menú principal que permita iniciar la partida cuando el jugador lo desee (en lugar de inmediatamente con el estado actual antes de esta iteración) o recuperar el estado anterior y continuar jugando. A su vez, también debe permitir cerrar el juego y volver al escritorio de Windows. Por otra parte, cuando se decida iniciar una nueva partida, el menú debe desplegar opciones de configuración para el nombre del protagonista y la dificultad de juego escogida.

**principal:**

En líneas generales, este menú puede ser perfectamente funcional sin la necesidad de contar con algún diseño particular. No obstante y como parte de la historia, el menú estará solapado con una escena del fondo consistente en un lago y que será reutilizada en el último nivel del juego de acuerdo a la historia.

Las ilustraciones 68 y 69 manifiestan el diseño preliminar de la escena y el menú.



Ilustración 68: Boceto de la escena del lago, utilizada en el nivel "ending" y el menú principal del juego.

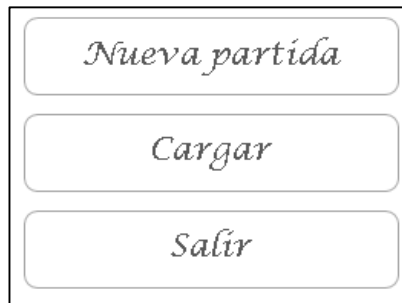


Ilustración 69: Boceto de las opciones del menú principal

3. **Pantalla de carga:** esta pantalla debe servir como enlace entre los niveles del juego. Permitirá informar al jugador de forma implícita que se está produciendo una transición en escenas y proporcionará un espacio entre evento y evento. La pantalla de carga no tiene un diseño particular pero si se requiere que indique movimiento a través de un ícono dinámico en pantalla y una serie de mensajes aleatorios que sirven para distraer pero a su vez dejan pistas relacionadas al desarrollo del juego y estrategias para completarlo. Esto aunque no es elemental, representa un añadido a la variedad ofrecida por el juego y dota dinamismo al flujo entre niveles.
4. **Nuevo nivel (Primaria\_2):** este nivel consiste en la escuela primaria donde el protagonista interactúa con Carlitos y su nuevo teléfono celular. El jugador puede decidir la forma de tratar al personaje secundario –al igual que en la escena Primaria\_1- y determinar el desenlace del nivel. Un punto importante para esta escena es que se comporta de manera distinta (gracias al árbol de eventos desarrollado en la iteración anterior) de acuerdo a las acciones y decisiones tomadas en las escenas previas.

### 3.3.3.3 Construcción

Tanto para la construcción del menú principal como el menú de pausa, se empleó el sistema de construcción de interfaces ofrecido por Unity 3D. Este sistema permite trabajar con el concepto de un lienzo de dibujo y capaz que permiten crear secciones deslizables, botones, textos, imágenes y otro tipo de elementos interactivos en pantalla.

De acuerdo a los bocetos, ambos menús fueron sencillos de implementar ya que principalmente consistían de botones estáticos. No obstante, lograr que estos botones aparecieran en pantalla bajo determinados eventos requirió de un trabajo adicional.

El botón escogido para mostrar el menú de pausa fue la tecla *Escape*, decisión común en muchos juegos y programas actuales. Fue necesario implementar un script principal genérico para cada escena que permitiera detectar la entrada del teclado y ejecutar una acción con base en ella. Una vez elaborado este soporte y construida la interfaz, solo quedaba por conformar la animación que permitiría una aparición suave y en pantalla en lugar de simplemente mostrar los botones por encima del todo.

Algo muy útil en Unity 3D es que se pueden incorporar *Animators* no sólo para personajes y objetos sino también para objetos de la interfaz, por lo que se pueden crear clips de animación que permitan añadir dinamismo a esta. Esto fue justo lo que se aplicó para lograr que el menú de pausa emergiera desde un lado de la pantalla cuando el jugador decidiera activarlo; efecto contrario cuando decidiera esconderlo.

Las ilustraciones 70, 71 y 72 muestran el resultado de los componentes del menú de pausa.

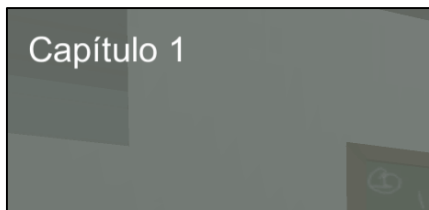


Ilustración 71: Información del capítulo durante la pausa

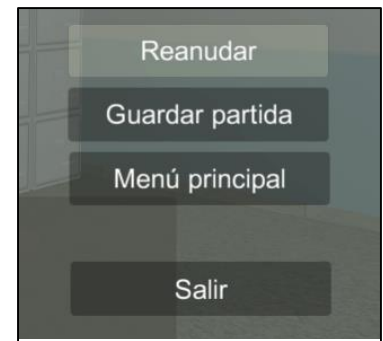


Ilustración 70: Menú de pausa y sus opciones

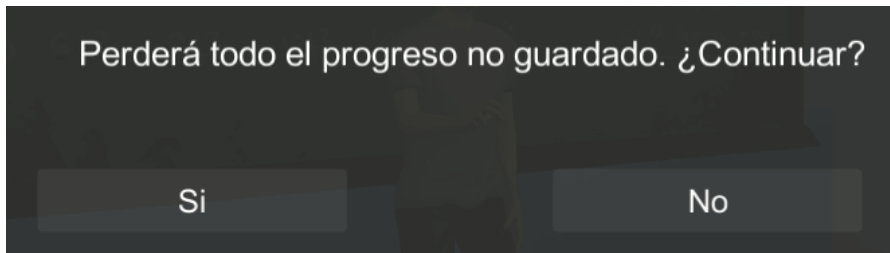


Ilustración 72: Confirmación de salida del juego o vuelta al menú principal

totalmente distinto se desplegaba al seleccionar la opción de “Nueva partida”.

La misma estrategia anterior se aplicó para el menú principal y un menú



Ilustración 73: Menú principal con la escena de fondo en Unity 3D

Por otra parte, el desarrollo de la escena del lago siguió un proceso similar a las escenas de la iteración previa: se construyó el mallado del nivel utilizando Blender y las texturas y materiales se aplicaron en conjunto con PixPlant y Gimp. Un detalle importante de este nivel es la inclusión de una gran masa de agua que debía contar con cierto grado de realismo. Esta tarea se vio ampliamente facilitada por la existencia de recursos predefinidos en Unity 3D para escenas

comunes, donde se cuenta con árboles, objetos e incluso artefactos prefabricados para emular otros elementos naturales como el agua, teniendo que modificar solo unos cuantos parámetros (como la ubicación, el reflejo de los objetos y la severidad de las olas) para alcanzar resultados muy buenos (ver ilustración 73).

Por su parte, el proceso de creación de la escena secuencial Primaria\_2 fue más sencillo puesto que ya se contaba con el escenario (el salón de la escuela primaria). El resto de las tareas asociadas fueron idénticas en cuanto a la variedad respecto al primer nivel del juego.

Finalmente, se desarrolló la posibilidad de cargar y guardar partidas para dar sentido a los botones creados en la interfaz. Esto se logró definiendo un archivo que sería cargado al principio de cada nivel y guardado cuando el jugador así lo quiera.

La estructura de este archivo para esta iteración es:

*player\_name* nombre  
*difficulty* dificultad  
*level\_name* nivel\_actual  
*next\_level* siguiente\_nivel  
*chapter* capitulo\_actual  
*good\_new\_friend* trató\_bien\_a\_Carlitos\_en\_la\_escena\_inicial?

### 3.3.3.4 Pruebas

Siendo una iteración que involucra elementos fuertemente prácticos, las pruebas se realizaron generando un nuevo demo del juego ahora con tres escenas, un menú principal, pantalla de carga y menú de pausa.

La validación en líneas generales consistió en probar la funcionalidad de cada botón y detectar fallas en el flujo de los mismos o la detección de las órdenes del jugador al presionar la tecla *Escape*.

## Iteración 4: Creación de la mecánica de escenas genéricas, colapsos y progreso del juego

**Duración:** 24 de abril al 25 de mayo

### 3.3.4.1 Planificación

En esta iteración se requiere implementar lo necesario para que el juego soporte el concepto de escenas genéricas. Del capítulo anterior se desprende que este tipo de niveles proveen al jugador de un conjunto de tareas que afectan de una determinada forma al estado –tanto ímpetu como estrés-, al tiempo que le permiten avanzar en el objetivo del capítulo. Por tanto, es necesario desprenderse del concepto de escenas secuenciales para dar más libertad al jugador y que sea éste quien pueda decidir qué hacer en que momento.

A su vez, es necesario registrar el progreso en el objetivo del capítulo e incluirlo en el archivo de partidas guardadas para garantizar que se mantenga cuando se retome la partida. Asimismo este progreso debe mostrarse en el menú de pausa del juego.

Por otra parte, al proporcionar la libertad al jugador de ejecutar múltiples tareas con impacto en el estado del protagonista, es necesario establecer un límite para que las escenas genéricas representen un reto y complementen la mecánica de juego principal de Mimic. Para ello se requieren dos componentes: un límite de tiempo que será mostrado en pantalla y cuyo término cerrará el nivel actual; y un colapso por exceso de estrés o por ausencia de ímpetu, que representan el fin de la partida y obligan al jugador a reiniciar la escena.

Finalmente, se requiere finalizar el primer capítulo para generar un nuevo demo que contenga a grandes rasgos la mecánica casi completa del videojuego serio de concienciación y permita a su vez establecer las expectativas y el alcance para el resto del desarrollo.

### 3.3.4.2 Diseño

**Tareas de nivel:** para partir con el diseño de esta iteración, conviene considerar a las tareas de nivel. Estas no son más que posibilidades que se le brindan al jugador las cuales tienen características particulares y generan un impacto en el estado. Es necesario desarrollar un sistema que permita especificar tareas genéricas en cualquier nivel y a su vez engranarlas con acciones reales en el juego. Ejemplos de estas actividades son: comer, dormir, sentarse, jugar, avanzar en el trabajo, etc.

Cada tarea debe contar cuando menos con los siguientes elementos (ver diagrama en la ilustración 74):

- Un botón en la interfaz que determine su utilidad (reducir estrés, incrementar ímpetu, progresar en el objetivo del capítulo)
- Una secuencia de inicio
- Una secuencia intermedia que se repite en el tiempo y permite especificar parámetros adicionales como el nivel de impacto en el estado o en el objetivo del capítulo
- Una secuencia de salida
- Una secuencia para de transición entre la tarea actual y las demás tareas de nivel disponibles

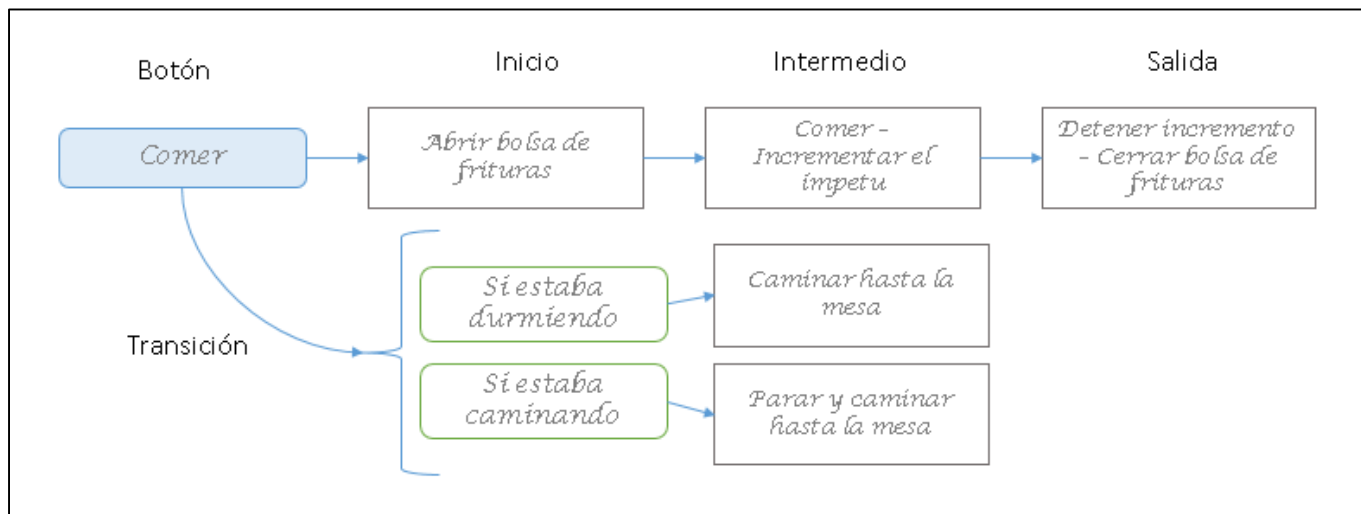


Ilustración 74: Esquema de alto nivel de los componentes de una tarea de escena

En cuanto a la muestra del progreso del objetivo de nivel en la pantalla de pausa, se empleará una sencilla barra de carga que tome el estado actual desde la partida guardada y lo ilustre justo debajo del nombre del capítulo. Esta barra de carga irá incrementando a medida que el jugador avance en el objetivo haciendo uso de las tareas de nivel.

Finalmente, para el tiempo de la escena se requiere mostrar en todo momento de las escenas genéricas (en lugar de sólo en la pantalla de pausa) una barra horizontal cuyo ancho vaya disminuyendo indicando el término de la escena. No es necesario explicar abiertamente que se trata de un contador visual de tiempo y este concepto puede entenderse en la práctica a medida que el jugador atraviese los niveles de Mimic. El tiempo inicial por escena genérica es de 120 segundos.

### 3.3.4.3 Construcción

Dado que la sintaxis y semántica de las tareas de nivel ya había sido definida en el lenguaje de los scripts de escenas, el trabajo en este caso consistió en que Unity 3D fuera capaz de generar automáticamente los botones en la interfaz de acuerdo a las tareas de nivel disponibles en cada caso. Para ello, se diseñó cada tipo de botón de acuerdo a su función primaria (reducir estrés, incrementar ímpetu y progresar en el objetivo del capítulo) y a partir de estos se generaron *Prefabs*, que no es más que un objeto prefabricado en el motor de juego que puede ser reutilizado al importarlo en los niveles donde sea necesario (ver ilustración 75). De este modo, lograr que los botones aparecieran en la interfaz de usuario una vez iniciara el nivel consistía en leer el script de escena y utilizar el *Prefab* correspondiente a cada tarea requerida.



Ilustración 75: *Prefabs* para cada tipo de botón

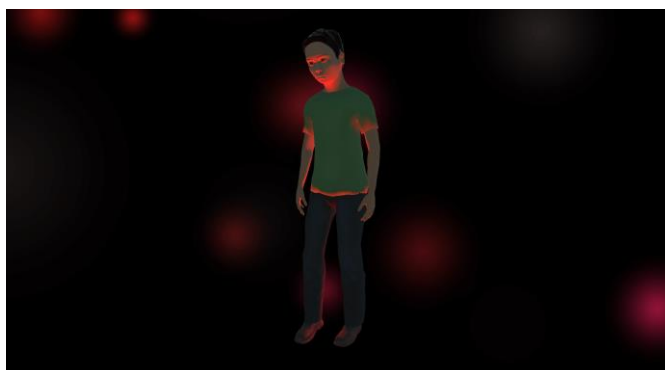


Ilustración 76: *Secuencia de colapso por estrés en Mimic*

Desde el punto de vista funcional, fue necesario desarrollar una gran cantidad de clips de animaciones para brindar continuidad y sentido a las tareas de nivel. De acuerdo a los componentes diseñados, cada tarea debe contar por lo menos con tres animaciones (entrada, intermedio y salida) así como animaciones extras para la transición entre otras actividades y la actual. Este proceso toma una parte importante en la implementación de escenas genéricas, pero se vuelve necesario para que el juego no consista en un protagonista que aparece inmediatamente de un lugar a otro ejecutando actividades varias sin ningún tipo de transición.

Por otra parte, la afectación en el estado consiste en un valor especificado en el script de nivel que se suma o resta al estrés o ímpetu, según corresponda, cada cierta cantidad de tiempo. Para lograrlo, un script dedicado fue desarrollado orientado en su totalidad al manejo de eventos por tiempo. Cuando una tarea de nivel finaliza, la afectación respectiva también para y el protagonista ya no se ve impactado, así como el progreso en el objetivo del nivel el cual sigue la misma mecánica de afectación.



Habiendo implementado las tareas de nivel y el límite de tiempo, quedaba por desarrollar los colapsos por estrés e ímpetu (ver ejemplo del resultado final en la ilustración 76). Por un lado, fue necesario detectar en todo momento si los niveles de los valores mencionados pasan los límites establecidos (100 para el estrés y 0 para el ímpetu), de modo que pueda desencadenarse la secuencia de colapso. Esta secuencia consiste en una breve animación del personaje decayendo en un entorno caótico construido dentro del mismo nivel, seguido por un mensaje que indica al jugador que la partida ha finalizado por un colapso dado la extremidad de su estado. Sin ir al detalle, estas secuencias fueron sencillas de implementar y el concepto se volvió reutilizable puesto que fue implementado en los scripts principales de cada nivel. En adelante, cada escena genérica podrá contar con una secuencia de colapso sin tener que ejecutar algún desarrollo en particular gracias al uso de *Prefabs* para los escenarios y scripts de escena.

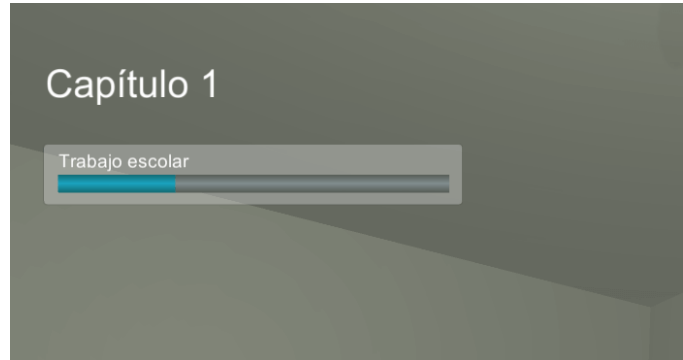


Ilustración 77: Barra de progreso implementada en la iteración 4

En cuanto a la barra de progreso de nivel fue implementado gracias a las herramientas e creación de interfaces de Unity 3D. Se generó un *Prefab* que se incluiría en el menú de pausa de todos los niveles con tan solo importarlo en la escena requerida. Dado que el menú de pausa también es común para todo el juego, se creó un *Prefab* asociado que incluye un script para controlar los eventos relacionados a esta pantalla, incluyendo ahora la actualización de la barra de progreso del objetivo del capítulo (ver ilustración 77).

Para cerrar la iteración, se desarrolló la primera escena genérica del juego: Habitación\_2 y se complementó con las escenas Primaria\_3 y Habitación\_3 donde el Profesor revisa el progreso del capítulo y los padres del protagonista reaccionan a este hecho. El jugador puede –de acuerdo a sus acciones- aprobar o reprobar el 5to año de educación primaria.

### 3.3.4.4 Pruebas

Con el cierre de ambas escenas y los mecanismos expuestos, culmina el primer capítulo y se genera un nuevo demo que sirve para la fase de pruebas de esta iteración. La misma consistió en evaluar el impacto en el estado tras la ejecución de múltiples tareas de nivel, verificar que las escenas de colapso se desencadenaban cuando el estrés o el ímpetu rebasaban el límite y que el temporizador del nivel efectivamente daba término a la escena en el momento en que no quedara más tiempo disponible.

## Iteración 5: Creación del resto de los escenarios, escenas secuenciales y futuribles

**Duración:** 6 de junio al 4 de septiembre

### 3.3.5.1 Planificación

De acuerdo a las premisas de la iteración anterior, tras el cierre del primer capítulo se podría reevaluar el alcance del juego y su extensión. Originalmente Mimic iba a constar de cuatro capítulos distintos ambientados en distintas etapas

del protagonista: infancia, adolescencia, adultez y vejes. No obstante, a medida que la mecánica principal de Mimic fue desarrollándose y madurando en el tiempo, se hizo evidente que la repetición de la misma durante cuatro capítulos no representaba un aporte importante para los objetivos del juego: concienciación ciudadana. Por tanto, se decidió durante la planificación de esta 5ta iteración el remover totalmente los capítulos 2 y 4, quedando únicamente el capítulo 3 –adultez- y una escena para el capítulo de cierre.

Este decremento en el alcance acarrea el descarte de los siguientes personajes: ex esposa, anti ciudadano 1, Carlitos de adolescente, Carlitos de anciano y el Protagonista de adolescente. A su vez, se elimina la escena futurible donde el Padre del protagonista fallece en el hospital y todos los escenarios relacionados al antiguo capítulo 2 son suprimidos. En adelante, el antiguo capítulo 3 es ahora el capítulo 2 y el resto del juego consiste en alcanzar un nuevo objetivo principal: Diseñar el condensador de flujos.

Por otra parte, la decisión de reducir el alcance y extensión del juego no solo aligera el volumen de trabajo y reduce los tiempos de desarrollo, sino que también simplifica la estructura y permite tener un mayor control sobre los eventos del juego para permitir que los mensajes de concienciación sean presentados de manera efectiva.

Esta iteración consiste entonces en la creación de todos los escenarios pendientes para ser reutilizados en las escenas faltantes del capítulo 2, la lista es como sigue: autobús en movimiento, parada de autobús, estación de tren, tren en movimiento, oficina del Jefe, recepción de la oficina y puesto de trabajo. Como un añadido, el escenario de la habitación debe ser actualizado para reflejar el paso del tiempo: 15 años desde la infancia del personaje.

En paralelo se irán construyendo las escenas secuenciales Intro\_Capitulo\_2, Tren\_1, Parada\_1, Autobus\_1, Oficina\_Jefe\_1 y Oficina\_1 que servirán como puente entre el capítulo anterior y las nuevas actividades, objetivos y etapa del protagonista. A su vez, se construirán todas las escenas futuribles planteadas en el capítulo previo de este trabajo.

Tal como fue descrito en la iteración 1, el rigging de los personajes se irá elaborando a medida que estos sean necesarios. Esta estrategia ahorró una importante cantidad de tiempo al no haber trabajado con los esqueletos de los personajes descartados tras esta iteración.

Finalmente, se hace necesario informar al jugador de algunos acontecimientos importantes en el juego sin detener su progreso en la partida. La estrategia escogida es la de implementar un pequeño sistema de notificaciones que duran unos instantes en pantalla y contienen mensajes cortos.

### **3.3.5.2 Diseño**

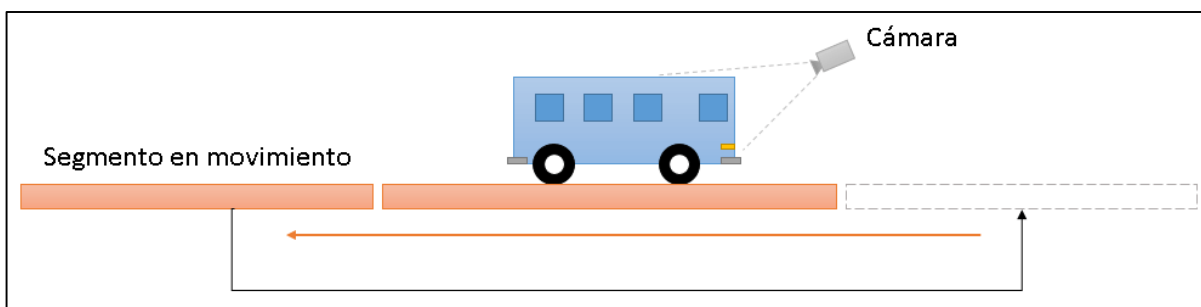
Hasta el momento se contaba con escenarios sencillos consistentes en espacios cerrados, tal como lo son el salón de la escuela primaria y la habitación del protagonista. No obstante, la historia de Mimic demanda la inclusión de niveles amplios como una estación de tren, un autobús en movimiento y una parada en medio de una gran ciudad. Esto trae consigo una serie de retos interesantes que hay que llevar de la mano con las limitaciones técnicas de Unity 3D y en el marco del público objetivo del videojuego.

Solo los niveles de la recepción, oficina del Jefe, puesto de trabajo y habitación presentan un desarrollo sencillo cuyo diseño no escapa de los ya abarcados en iteraciones anteriores. Sin embargo, el resto de los mundos si requiere de un nivel de detalle y esfuerzo mayor.

**Autobús:** por un lado, debe diseñarse un autobús público que sea reutilizable en las escenas de la parada y en la escena genérica asociada a este espacio. Por el otro, es necesario que el recorrido en autobús genere una sensación de movimiento, puesto que si éste estuviera detenido sería poco verosímil para las escenas relacionadas al tránsito del jugador de un sitio a otro.

Para lograrlo, hay tres estrategias básicas:

- Mantener la cámara en un ángulo bajo que no permita distinguir con claridad el movimiento entre los edificios de la ciudad. De este modo, no se puede determinar claramente si el autobús realmente avanza o no.
- Movimiento constante en la cámara que emule un balanceo propio del sobresalto del autobús al pasar por baches y otros desniveles en la vía. Esto crea el efecto de que es el vehículo el que se mueve.
- Asfalto y aceras en movimiento contrario al autobús y reapareciendo por delante de este. En teoría, el suelo se estará moviendo como si el vehículo estuviera avanzando; al escapar de la vista del jugador, los segmentos de vía vuelven a una posición avanzada para pasar nuevamente por enfrente de la cámara (ver esquema en la ilustración 78). Esta técnica es similar a poner un fondo sobre un rollo giratorio en una escena de automóvil dentro de una película.



*Ilustración 78: Diseño de simulación de movimiento continuo del autobús*

**Tren en movimiento:** al igual que con el autobús, se requiere emular el movimiento de un tren a través de un túnel. Para este caso, se hace uso de dos técnicas:

- Movimiento constante de la cámara para simular el balance del movimiento del vagón; la idea es la misma que con el autobús.
- Simulación de avance en el túnel al mostrar un fondo negro tras el cristal del vagón y mover cíclicamente un segmento de la vía iluminado por una lámpara. Esto da la sensación de que el tren atraviesa las vías y sólo puede detallarse el túnel en los puntos donde se encuentra iluminado, pero en realidad, no existe tal túnel y es el segmento mencionado el que pasa una y otra vez frente a la cámara.

**Andén del metro y parada de autobús:** ambos escenarios son amplios y por lo tanto es necesario diseñarlos de tal forma que no sea visible la ausencia de elementos más allá de sus fronteras. Por ejemplo, una ciudad siempre tiene movimiento y edificaciones en casi cualquier dirección. Como no es posible construir una metrópolis tan solo para utilizar unas cuantas calles, una estrategia es la de incluir edificios altos a los alrededores de donde ocurren las escenas que emplean este escenario, así como calles cortas con cruces al final. En las intersecciones de los edificios donde se pueden ver espacios vacíos, se incluyen árboles simulando pequeños parques que dificultan la visibilidad y se cuida que todos los ángulos de cámara apunten a espacios cerrados u objetivos donde la ausencia de elementos no sea evidente.

Para el andén del metro, la estrategia es similar. Las escaleras hacia los niveles superiores no existen pero son sugeridas por pequeños accesos en el centro del recinto y no se permite que la cámara enfoque directamente hacia ellos para no revelar la ausencia de objetos en esa dirección.

En cuanto al sistema de notificaciones, este consiste en pequeños paneles emergentes en el extremo superior izquierdo de la pantalla. Al ser visibles y no constantes, permiten capturar la atención del jugador para que pueda enfocarse en el mensaje expuesto. Cabe destacar que estas notificaciones solo informan de eventos sencillos o proporcionan pistas de juego, pero en ningún caso se emplean para emitir mensajes de concienciación.

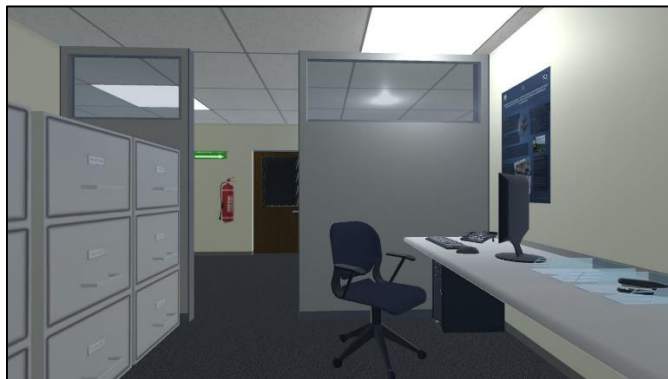
### 3.3.5.3 Construcción

Una de las ventajas de haber trabajado en la creación de las escenas piloto en la iteración 2 es que gran parte de los elementos requeridos para las iteraciones siguientes ya se encontraban desarrollados y probados. A medida que transcurre la construcción de Mimic, el proceso se vuelve más sencillo y lineal puesto que consiste principalmente en reutilizar componentes y añadir solo recursos nuevos como clips de animación, sonido y scripts de escena.

Los resultados obtenidos del diseño propuesto pueden apreciarse en las ilustraciones 79 a la 85.



*Ilustración 79: Oficina del Jefe*



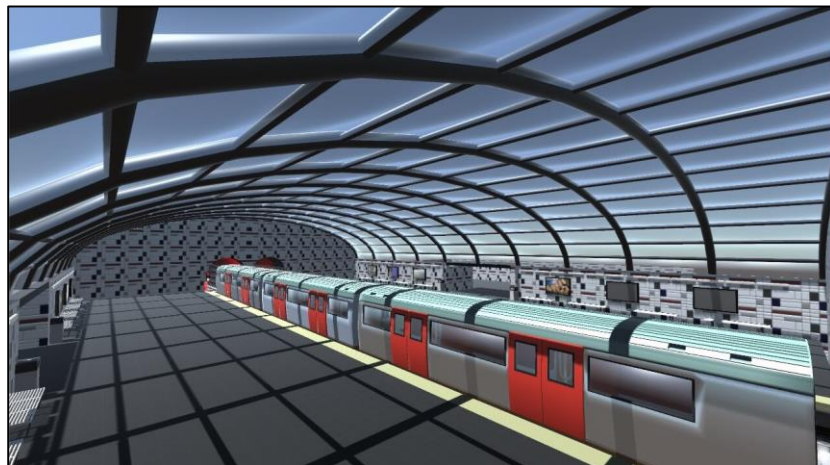
*Ilustración 80: Puesto de trabajo*



*Ilustración 81: Recepción*



*Ilustración 82: Parada de autobús*



*Ilustración 83: Estación de Tren*





*Ilustración 84: Autobús*



*Ilustración 85: Vagón del tren en movimiento*

Para la simulación de movimiento tanto en el vagón como en el autobús, se construyeron las partes móviles en Blender –tal como ha ocurrido con cada escenario y objeto- y se animaron directamente en Unity 3D, sin necesidad de aplicar un esqueleto.

El rigging de los personajes restantes se logró empleando el proceso previamente definido, así como el desarrollo del resto de las escenas. Algo importante para considerar es que los niveles futuribles y secuenciales restantes no presentaron un reto de desarrollo particular y en cambio se reutilizó el proceso trabajado hasta el momento en las escenas anteriores. Sin embargo, la lógica de ejecución de estos niveles –respecto al orden de los mismos- no está cubierta en la iteración actual y por el contrario aún debe definirse y desarrollarse.

En cuanto a la implementación de las notificaciones, se empleó el sistema de interfaz de usuario de Unity 3D para implementar un panel emergente con texto dinámico, establecido al momento de la ejecución gracias al lenguaje desarrollado para los scripts de escena (ver ilustración 86).

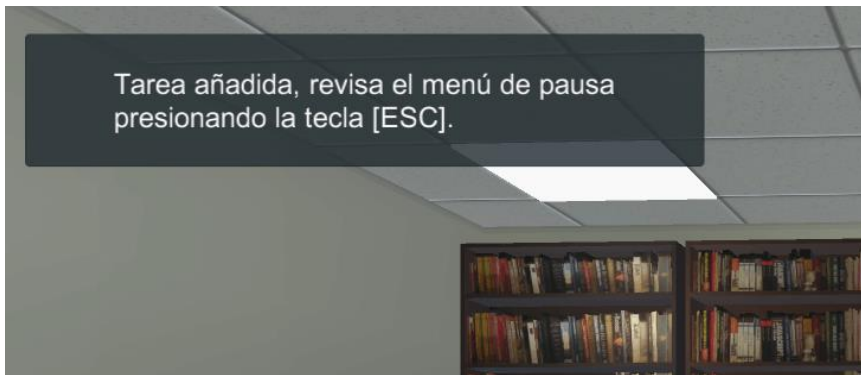


Ilustración 86: Ejemplo de notificación

### 3.3.5.4 Pruebas

Debido a que hasta este punto no se cuenta con una lógica definitiva para engranar todas las escenas en una secuencia, las pruebas de esta iteración se realizaron de forma segmentada: probando el flujo de cada nivel por separado.

homogeneidad o ritmo de narrativa, lo cierto es que permite concentrar el trabajo en segmentos controlables que pueden ser fácilmente adaptados en futuras iteraciones de ser requerido.

Aunque esto acarrea un riesgo de que el juego en conjunto carezca de

Tras los resultados de las pruebas, el desarrollo de Mimic entra en la etapa final pero a su vez más crítica, puesto que las tareas restantes consisten en la materialización de la idea global del videojuego como propuesta de solución al problema planteado.

## Iteración 6: Construcción de escenas genéricas

**Duración:** 5 al 19 de septiembre de 2016

### 3.3.6.1 Planificación

Esta breve iteración consiste en reutilizar los escenarios construidos hasta el momento para elaborar las escenas genéricas del juego:

- Autobús
- Vagón del metro
- Habitación
- Puesto de trabajo
- Parada de autobús
- Andén del metro
- Automóvil

Estas escenas son muy similares en contenido al nivel Habitación\_2 del primer capítulo. En ellas, el jugador tendrá la posibilidad de emprender una de varias acciones posibles que le permitirán administrar el estado del protagonista y el progreso del objetivo principal. Un punto a acotar es que no todas las escenas genéricas son exactamente iguales, más allá de la diferencia de escenarios entre ellas.

Las escenas donde se tiene a disposición las tareas de nivel son: autobús, vagón del metro, habitación, puesto de trabajo y parada de autobús; todas ellas serán implementadas siguiendo el esquema habitual de scripts de escena con tareas de nivel compuestas de cuatro estados (inicio, intermedio, salida y transición desde otras tareas). En cambio, las escenas del andén y el automóvil deben tener particularidades propias del escenario como la espera del tren y el tráfico en la vía; por esta razón no son compatibles con el esquema de tareas de nivel manejado hasta el momento.

### 3.3.6.2 Diseño

Como fue descrito en la planificación, la mayoría de las escenas genéricas se desarrollan bajo el esquema de trabajo conocido para este tipo de niveles. No obstante, las particularidades del andén del metro y el automóvil requieren un tratamiento especial:

**Andén del metro:** en esta escena la dinámica yace en la necesidad de abordar el tren. En algunos casos, el jugador tendrá que esperar un tiempo no determinado a que el transporte arribe a la estación; mientras que en otras ocasiones y bajo cierta probabilidad, el tren ya se encontrará en el andén y el jugador tendrá que decidir si detenerlo bloqueando el cierre de puertas para evitar la espera o por el contrario dejarlo marchar y aguardar por el siguiente.

**Automóvil:** este nivel se desbloquea tras ciertas condiciones que serán desarrolladas en una iteración posterior. Sin embargo, una condición fija es que el jugador debe esperar por el cambio del semáforo para continuar su recorrido. Para mitigar este proceso y como alternativas de acción, el protagonista puede simplemente ignorar la señal y proseguir, tocar el claxon una y otra vez o por el contrario relajarse y esperar en el vehículo mientras finaliza el tiempo de espera.

### 3.3.6.3 Construcción

La construcción de la mayor parte de escenas genéricas resultó repetitiva en gran medida. Un total de 81 clips de animación fueron desarrollados durante la iteración sólo para soportar las 27 tareas de nivel planteadas en el conjunto de todas las escenas, sin contar las transiciones entre actividades y otras animaciones menos relevantes como introducciones y cierres de nivel.

Para el caso del automóvil, fue necesario implementar un script adicional al sistema de scripts de escenas puesto que se necesitaba trabajar con ciclos (ver flujo en la ilustración 87). Si se retoma lo expuesto en la iteración 2 respecto al árbol de escena, se puede entender por qué esta estructura no es ideal para manejar eventos que pueden desencadenarse entre sí. En todo caso, un grafo habría soportado este comportamiento. Para simplificar y dada la particularidad del caso, el escenario mencionado se manejó casi en su totalidad a través de un script especializado, lo que añadió un nivel extra de flexibilidad. El ciclo mencionado se da porque durante todo el tiempo de espera en el semáforo, el jugador puede alternar entre tocar el claxon o poner música en la radio para amenizar el retraso. Ninguna estructura implementada hasta el momento en el desarrollo de Mimic puede soportar esta dinámica.

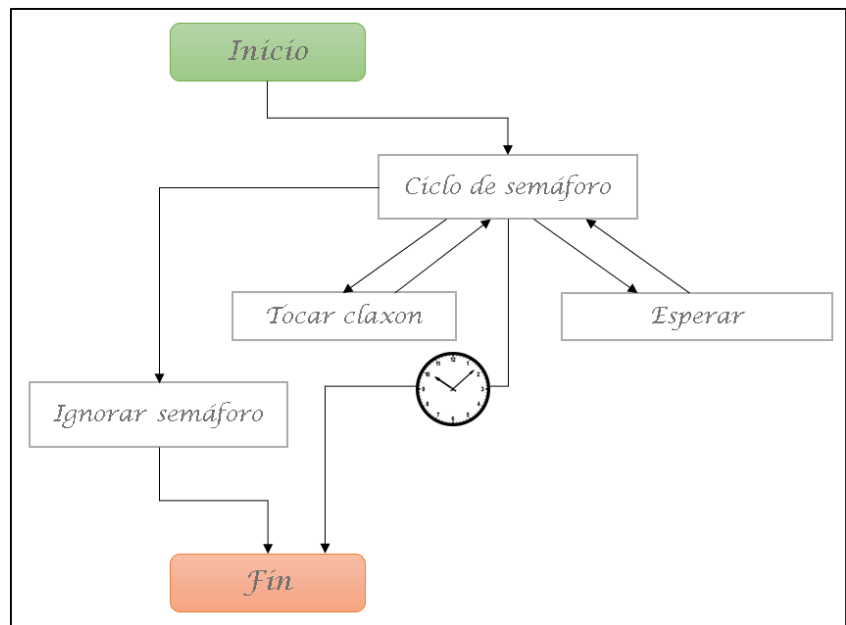


Ilustración 87: Ciclo de la escena genérica del automóvil



Para el andén de tren, se implementó también un script dedicado para manejar los tiempos de espera aleatorios y la probabilidad de que el tren se encontrara o no en la estación.

Finalmente, los valores de la tabla 2 referidos al impacto en el estado del protagonista y el objetivo principal fueron implementados a través de los scripts de escena y la sintaxis para las tareas de nivel, donde en el bloque intermedio se puede especificar acciones para impactar el estrés, ímpetu y el progreso de la actividad del capítulo.

### **3.3.6.4 Pruebas**

Las pruebas de esta iteración se ejecutaron de forma segmentada, al igual que en el caso anterior. Se evaluó el impacto en el estado del protagonista, para asegurar que las tareas de nivel estaban siendo tratadas de forma correcta por el motor de juego.

A su vez, se tuvo que revisar una a una la secuencia de cada una de estas tareas para asegurar que la transición entre ellas se realizaba lo más naturalmente posible. Existe un defecto menor relacionado a un parpadeo cuando se cambia de una tarea a otra en el segmento de inicio. Sin embargo, dado que no resulta una prioridad y su solución implica el desarrollo de más clips de animación, se decide posponer su solución hasta que se pruebe como un problema mayúsculo o por el contrario pueda descartarse.

## **Iteración 7: Inclusión del sistema de entropía**

**Duración:** 22 al 25 de septiembre de 2016

### **3.3.7.1 Planificación**

Una parte crítica de Mimic es la posibilidad de que el juego imite el comportamiento del jugador. Tal como fue relatado en el capítulo anterior del documento, el estado de la ciudad donde se desarrollan los eventos está atado directamente a las acciones y decisiones tomadas en la partida. Si estas son poco conscientes e infractoras, la ciudad se sumirá lentamente en el caos; por el contrario, si se respetan las normas de convivencia ciudadana, Mimic no opondrá mayor resistencia a los progresos del jugador y este podrá alcanzar sus objetivos de una forma sencilla.

Habiendo retomado el concepto, el objetivo de esta iteración es materializar las consecuencias de la entropía en los escenarios creados, particularmente los niveles genéricos del vagón de metro y el autobús. Otra forma de manifestar la entropía de la ciudad es a través de las escenas futuribles que se desencadenan cuando el nivel de caos es alto.

### **3.3.7.2 Diseño**

Se definen dos formas básicas de implementar la entropía en las escenas genéricas del autobús y el vagón de tren. A través del estado de los escenarios: basura y grafitis; y a través del comportamiento de los demás ciudadanos.

Para ambos casos, los detalles del diseño han sido expuestos previamente en las secciones 2.4.2 y 2.4.3 de este documento.

### 3.3.7.3 Construcción

La construcción de las manifestaciones de entropía fue relativamente sencilla: tanto para el grafiti como para la basura en el suelo, se utilizaron varios sistemas de partículas directamente en Unity 3D que de forma aleatoria esparcen estos elementos por la escena, con distintos tamaños y rotación. Algo interesante y práctico es que la cantidad de dibujos y desperdicios se puede controlar directamente con un único parámetro: cantidad de partículas. Con una variable que aumenta y disminuye no resulta complicado asociarla de manera casi directa con el grado de entropía

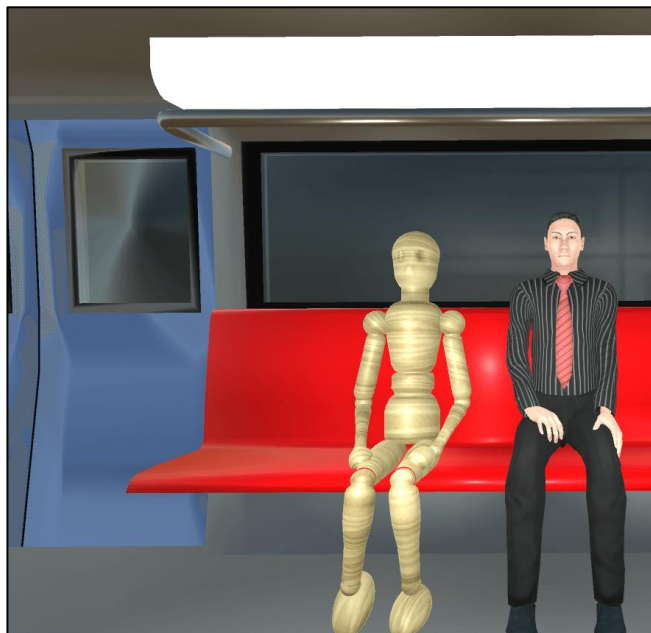


Ilustración 88: Escena genérica del metro con un nivel de entropía de cero



Ilustración 89: Escena genérica del metro con un nivel de entropía muy alto

de la partida.

Al inicio de cada una de estas escenas, un script dedicado se encarga de revisar la partida guardada para obtener el nivel de entropía. Luego, a través de una sencilla evaluación y una regla de tres se obtiene la cantidad de partículas acorde al grado de caos encontrado. El resultado es que para los niveles de entropía más bajos la cantidad de basura y grafiti son menores, caso contrario a los niveles altos (ver comparativa en las ilustraciones 89 y 90).

En cuanto a las acciones infractoras de los ciudadanos, se implementó una mecánica similar de tareas de nivel pero para estos personajes. Esto implica que dichas tareas también cuentan con múltiples fases, salvo la de transición por no ser necesaria puesto que los ciudadanos no cambian de posición ni se mueven por el escenario. Las fases restantes son: inicio, intermedio y salida. Para lograr que Mimic soporte tareas de nivel para ciudadanos, fue necesario extender el lenguaje de scripts de escena para contener instrucciones referidas a las posibles actividades infractoras. A continuación se exponen los añadidos:

`evespan=posX/posY/posZ#rotX/rotY/rotZ#escalaX/escalaY/escalaZ#probabilidad_de_cambio_de_accion/numero_de_acciones_infractoras/numero_de_acciones_comunes*`

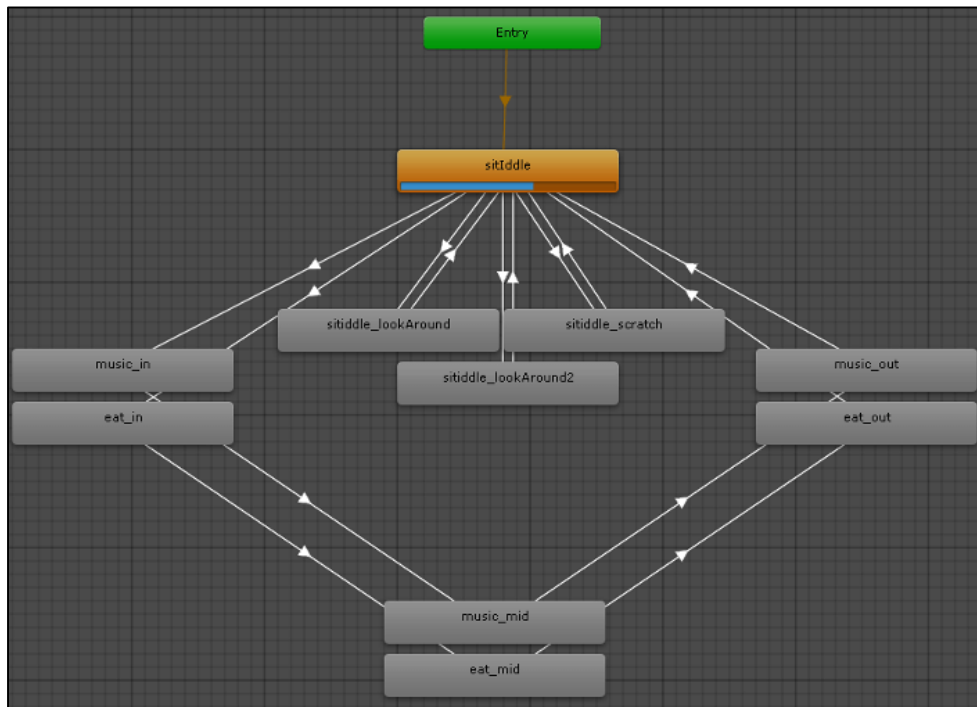
`lasteve=0=*`

*Ejemplo*

`evespan=-15.5/-3.314/-3.07#0/90/0#2.07/2.07/2.07#30/2/3*`

*lasteve=0\**

Finalmente, fue necesario también crear clips de animación para las tres fases de las tareas de nivel de los ciudadanos virtuales, integrándolos a su vez con el comportamiento genérico en estado de reposo (ver ilustración 90).



*Ilustración 90: Animator de un ciudadano virtual en escenas genéricas propensas a la entropía*

### 3.3.7.4 Pruebas

Las pruebas se llevaron a cabo manipulando directamente el archivo de la partida para simular situaciones de baja o alta entropía y determinar si el comportamiento de las escenas genéricas respondía de forma apropiada a las condiciones mencionadas.

## Iteración 8: Ensamblado final y control de calidad

**Duración:** 27 de septiembre al 5 de octubre de 2016

### 3.3.8.1 Planificación

Hasta el momento se cuenta con el total de las escenas del juego construidas. Estas sin embargo se encuentran desenlazadas, lo que evita que Mimic pueda jugarse como un título de principio a fin.

Para esta iteración final, deben alcanzarse los siguientes puntos:

- Implementar la lógica de las escenas futuras

- Implementar la secuencia de escenas genéricas
- Corregir cualquier fallo detectado en el juego e incluir música y otros efectos de sonido
- Incluir un sistema de evaluación que permita capturar las decisiones del jugador para su análisis y muestre una puntuación al final del juego.

El resultado debe constar de la completitud del videojuego serio de concienciación.

### 3.3.8.2 Diseño

En el capítulo anterior se describió el diseño y flujo de navegación de las escenas genéricas y futuribles. Para lograr que el juego guíe al jugador por el nivel correcto en cada momento, se puede hacer uso de la partida guardada y los datos contenidos en ella para evaluar todas las condiciones de juego y permitir que Mimic tome una decisión al respecto. El detalle de esta idea puede verse en las secciones 2.5.3.2 y 2.5.3.3.

En cuanto al apartado sonoro, es necesario que Mimic cuente con música en sus escenarios. La idea es tanto amenizar tanto la experiencia de juego como mantener al jugador concentrado en las actividades que debe realizar. Si Mimic careciera de música, las distracciones por influencias externas podrían tener un mayor impacto. Cada nivel tendrá una pista distinta y dado que el juego pasará varias veces por el mismo nivel genérico, una forma de evitar la monotonía es que la reproducción inicie en un punto aleatorio de forma que el jugador escuche tonos distintos en cada paso por la escena.

Finalmente, para construir un sistema de evaluación puede hacerse uso –nuevamente- de las partidas guardadas. Es posible calcular una puntuación que por sí sola permita conocer las decisiones más importantes del jugador y el estado de juego asociado. Esto puede lograrse a través de una máscara de bits donde cada uno de ellos represente alguna variable en particular y en conjunto conformen un número que será la puntuación final del jugador.

### 3.3.8.3 Construcción

#### Flujo de escenas:

Para lograr que los niveles sucedieran con el orden requerido en el diseño y de acuerdo a la historia, se aprovechó la existencia de la pantalla de carga desarrollada en la iteración 3. En ella se incluyó toda la lógica para la consecución de niveles, la cual fue implementada directamente en un script de C# que analizaría la partida guardada para decidir la siguiente escena.

Este código consiste en su mayoría de condicionales que evalúan una a una las decisiones del jugador y los resultados de ellas. El algoritmo es sencillo:

1. Se carga la partida y los datos guardados
2. Se evalúa las condiciones mínimas de cada escena futurible para determinar si alguna de ellas debe ser el siguiente nivel. De ser así, se carga el futurible.
3. Si no, se procede a cargar la siguiente escena genérica.

Este bloque de comprobaciones se repite tras cada nivel y permite controlar el flujo de Mimic de forma efectiva.

## Música y efectos de sonido:

El apartado sonoro de Mimic se construyó con base en dos estrategias: la producción de audio gracias al teclado digital Casio LK-300TV, y la descarga de música libre desde sitios como Jamendo<sup>3</sup> y FreeSound<sup>4</sup>. Con ambos elementos fue sencillo importar en Mimic las pistas escogidas/desarrolladas, no sin antes pasar por Audacity para reducir ligeramente la calidad y permitir que el peso del juego sea menor.

Los efectos de sonido –bajados de internet en su totalidad- fueron implementados y puestos en escena gracias al árbol de eventos descrito previamente, cuyo lenguaje también soporta instrucciones para el tratamiento de audio como la reproducción y el retardo en esta. Por lo que el trabajo se reduce a sincronizar los sucesos con la reproducción del clip de sonido correspondiente.

Por su parte, la reproducción en un punto aleatorio de las pistas musicales de cada escena se consiguió a través de la creación de un script dedicado. Este script opera de la siguiente forma:

1. Obtiene la duración de la pista de audio asociada en segundos
2. Calcula un número aleatorio entre 1 y la duración obtenida
3. Inicia la reproducción en el segundo aleatorio

De esta manera, la música no inicia siempre en el mismo punto y reduce el riesgo de generar monotonía en el jugador. Una alternativa a esta técnica habría sido la inclusión de múltiples pistas a un mismo nivel, sin embargo esto solo incrementaría el peso total del juego y no introduciría ventajas sustanciosas.

## Sistema de evaluación:

Para generar una puntuación al final del juego con base en una máscara de bits, se tomaron en cuenta varios puntos del archivo de partidas guardadas para conformar una máscara de ocho bits. Estos componentes junto a su distribución se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 3: Mascara de bits del sistema de puntuaciones

Posición	Descripción	Variable en el archivo
2 <sup>0</sup>	¿El jugador trató bien a Carlitos?	good_new_friend
2 <sup>1</sup>	¿El jugador aprobó quinto grado?	approves_fifth_grade
2 <sup>2</sup>	¿El jugador enfrentó el futuro del incendio?	faced_fire
2 <sup>3</sup>	¿La entropía es mayor a 50?	entropy
2 <sup>4</sup>	¿El jugador atravesó la escena del arrollamiento del padre?	pedDad_done
2 <sup>5</sup>	¿El jugador atravesó la escena del incidente en el metro?	trainIncident_done
2 <sup>6</sup>	¿La partida se jugó en dificultad fácil?	difficulty

<sup>3</sup> www.jamendo.com

<sup>4</sup> www.freesound.org

$2^7$	¿La partida se jugó en dificultad normal?	difficulty
-------	---	------------

Finalmente, luego de la escena de los créditos se implementó un nivel extra que agradece al jugador por haber culminado Mimic y le indica su puntuación final, invitándole a su vez a llenar una encuesta a través del navegador. Gracias al uso de la máscara de bits, el jugador sólo tiene que recordar su puntuación final (un número no mayor a 255) para incluirla en la encuesta y a partir de este valor se puede determinar el estado de cada partida finalizada del juego.



Ilustración 91: Captura de la escena de puntuación de Mimic

La ilustración 91 indica que la puntuación obtenida es de 11 puntos. Si descomponemos este número en potencias de 2, obtenemos que:  $11 = 8 + 2 + 1$ . De acuerdo a la tabla, los resultados de la partida asociada son:

Tabla 4: Ejemplo de descomposición de puntuación

Posición	Variable en el archivo	Valor
$2^0$	good_new_friend	Verdadero
$2^1$	approves_fifth_grade	Verdadero
$2^2$	faced_fire	Falso
$2^3$	entropy > 50	Verdadero
$2^4$	pedDad_done	Falso
$2^5$	trainIncident_done	Falso
$2^6$	difficulty= fácil	Falso
$2^7$	difficulty= normal	Falso

Esto indica que el jugador tuvo un buen trato con Carlitos y aprobó el quinto grado. No enfrentó la escena del arrollamiento el padre ni el asalto en el tren. Su entropía fue mayor al 50% y jugó en la dificultad máxima.

#### **3.3.8.4 Pruebas**

Tratándose de la última iteración del juego, todas las pruebas finales y sus resultados antes y luego de la puesta en producción serán detalladas en el capítulo siguiente, dedicado específicamente a este punto.

## Capítulo 4: Pruebas y resultados

Este capítulo cubre todo lo relativo a las pruebas ejecutadas sobre y con Mimic una vez finalizado el desarrollo. En términos generales, estas se dividen en dos: pruebas de software para analizar su impacto como un ejecutable en un computador y pruebas de usuario, para medir la efectividad del videojuego como herramienta de concienciación ciudadana.

### Pruebas de Mimic como software

Este tipo de pruebas permite evaluar a Mimic como un programa de software. Para ello, se miden dos variables relacionadas al rendimiento: cantidad de memoria RAM consumida y porcentaje del procesador ocupado.

Las pruebas se ejecutaron en un equipo de escritorio con las siguientes especificaciones:

- Procesador Intel Quad Core a 2.3 GHz
- 4GB de memoria RAM DDR2 a 866MHz
- Tarjeta de video ATI XFX Radeon HD 4670

En cuanto a la herramienta de medición, se utilizó el Monitor de Rendimiento que incluye el sistema operativo Windows 10.

### Descripción de las pruebas de rendimiento

En primer lugar se escogieron dos puntos particulares del juego para analizar su impacto en el computador de pruebas. Estos dos puntos consisten en los primeros 20 segundos desde el inicio de la ejecución de Mimic hasta llegar al menú principal; y la escena *Intro\_Capitulo\_2* (inicio del capítulo 2) por tener una gran cantidad de elementos, animaciones y scripts involucrados.

La idea de la prueba es evaluar el rendimiento durante la experiencia de juego (escena *Intro\_Capitulo\_2*) y al principio de esta tanto en la configuración de máximo rendimiento (calidad gráfica al mínimo) y la de mejor aspecto (calidad gráfica al máximo).

Para lograrlo, se configuró un recolector de datos en el Monitor de Rendimiento para que vigilara al proceso de Windows asociado a Mimic, indicando que debía medirse el porcentaje de uso del procesador y la cantidad de memoria RAM consumida en intervalos de un segundo. Huelga decir que ambas mediciones se hacen únicamente sobre el juego y no sobre todo el sistema operativo y los programas que corren en paralelo. El recolector de datos fue dispuesto de tal forma que dejara de capturar datos después de 20 (para la prueba de arranque) y 120 (para la escena introductoria del capítulo 2) iteraciones, generando un archivo en formato CSV que sería luego importado en una hoja de cálculo para su revisión.

Cada escenario fue probado tres veces y los resultados obtenidos están basados en el promedio.



## Resultados y análisis de las pruebas de rendimiento en la carga inicial de Mimic

A continuación se listan las mediciones promedio obtenidas para la prueba de arranque en bajo y alto rendimiento. Resaltan las gráficas de las ilustraciones 92 y 93.

<b>Memoria RAM consumida (Megabytes)</b>		
<b>Tiempo (segundos)</b>	<b>Promedio Alto</b>	<b>Promedio Bajo</b>
0	0,00	0,00
1	48,81	40,52
2	46,36	46,43
3	54,37	62,34
4	60,50	73,28
5	63,48	74,01
6	65,21	74,00
7	101,44	110,14
8	132,40	137,71
9	143,86	139,54
10	146,83	139,61
11	146,89	139,85
12	147,17	140,10
13	147,23	140,14
14	149,39	142,32
15	150,53	143,01
16	150,51	143,02
17	150,53	143,02
18	150,56	143,04
19	150,51	143,03
20	150,53	143,04

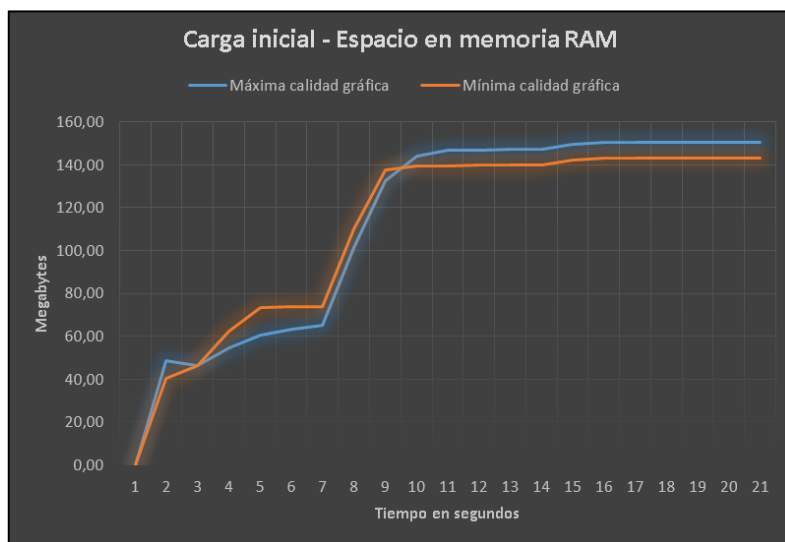


Ilustración 92: Gráfica comparativa entre el espacio ocupado en RAM para la carga de Mimic en bajo y alto rendimiento

% de procesador ocupado		
Tiempo (segundos)	Promedio Alto	Promedio Bajo
0	0,00	0,00
1	0,00	0,00
2	17,71	59,23
3	32,26	42,63
4	29,21	59,29
5	28,66	24,20
6	20,49	54,20
7	31,73	43,83
8	12,57	13,05
9	22,85	42,07
10	18,36	31,82
11	7,74	40,90
12	17,17	38,58
13	61,49	42,83
14	17,18	40,05
15	34,71	53,96
16	27,06	86,28
17	27,14	56,89
18	23,96	84,91
19	21,06	56,63
20	34,94	52,84

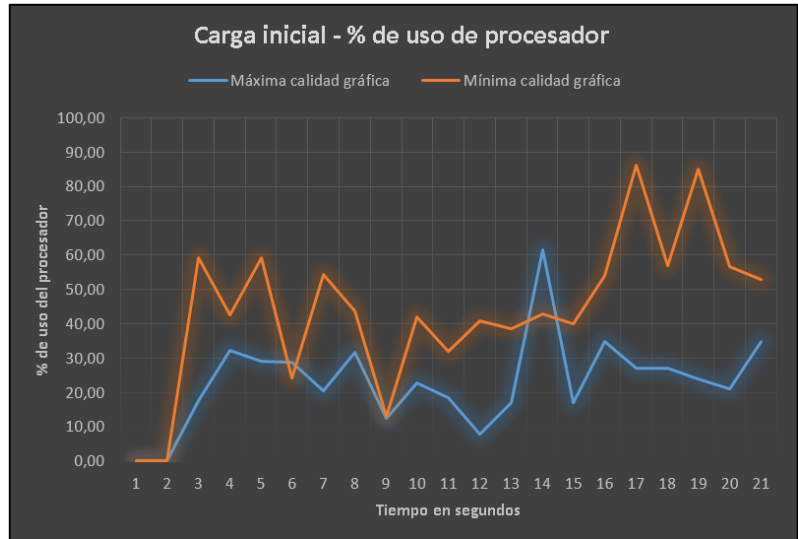


Ilustración 93: Gráfica comparativa entre el porcentaje de procesador ocupado para la carga de Mimic en bajo y alto rendimiento

Si observamos la gráfica del **espacio en memoria ocupado**, se aprecia como la ejecución en alto rendimiento (calidad gráfica al mínimo) consume una cantidad de RAM ligeramente menor durante los primeros 10 segundos de la secuencia, para luego ponerse por encima por un margen de unos 10 Megabytes respecto a las mediciones obtenidas en la ejecución de bajo rendimiento (calidad gráfica al máximo).

En general, la menor cantidad de memoria consumida es de 40,52 MB para las pruebas de mejor calidad gráfica y el tope, sin embargo, es de 150,56 MB para el caso de las pruebas de alto rendimiento. Hasta el momento, podría postularse que Mimic puede ejecutarse –al menos desde el punto de vista de memoria- en computadores de 256 MB de RAM, siempre que no se utilicen otras aplicaciones en segundo plano y el sistema operativo pueda mantenerse estable con los 100 MB restantes.

Por otra parte, **el porcentaje ocupado del procesador** refleja un comportamiento interesante: las pruebas con la calidad gráfica al mínimo tienen un impacto mayor en éste que las pruebas de con detalles gráficos al máximo. Esto sugiere que Unity 3D como motor de juego tiene una gestión interna de recursos que se apoya más en el procesador cuando la escena se ejecuta en bajo rendimiento, al menos al principio de la partida.

## Resultados y análisis para las pruebas de rendimiento durante una escena compleja de Mimic

Esta medición en particular cuenta con una mayor cantidad de datos puesto que el recolector del Monitor de rendimiento fue configurado para vigilar el proceso de Mimic durante 120 segundos. Debido al volumen de la muestra, se omite la tabla con todos los resultados y se condensa el resumen en las gráficas de las ilustraciones 94 y 95.

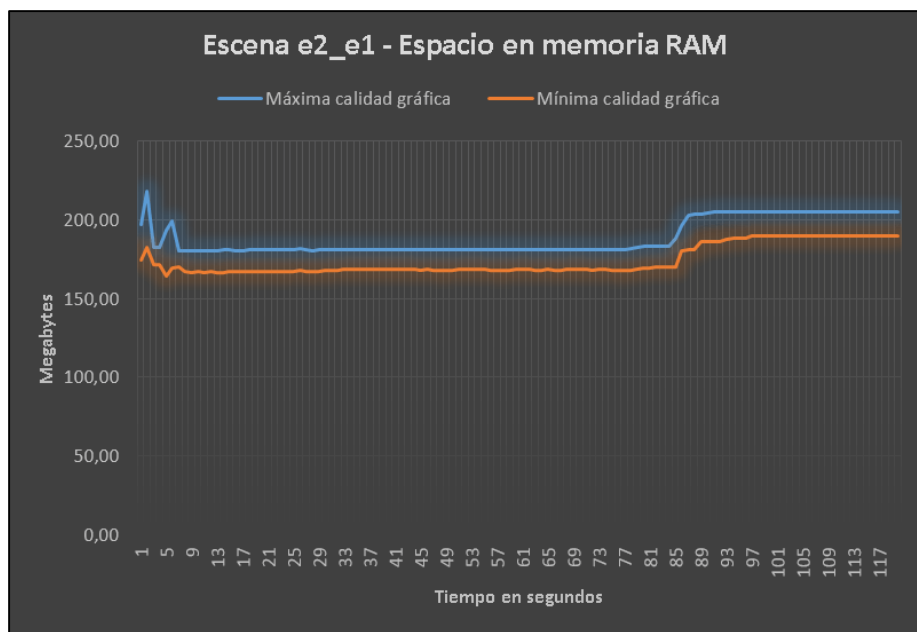


Ilustración 94: Gráfica comparativa entre el espacio ocupado en RAM para una escena compleja de Mimic en bajo y alto rendimiento

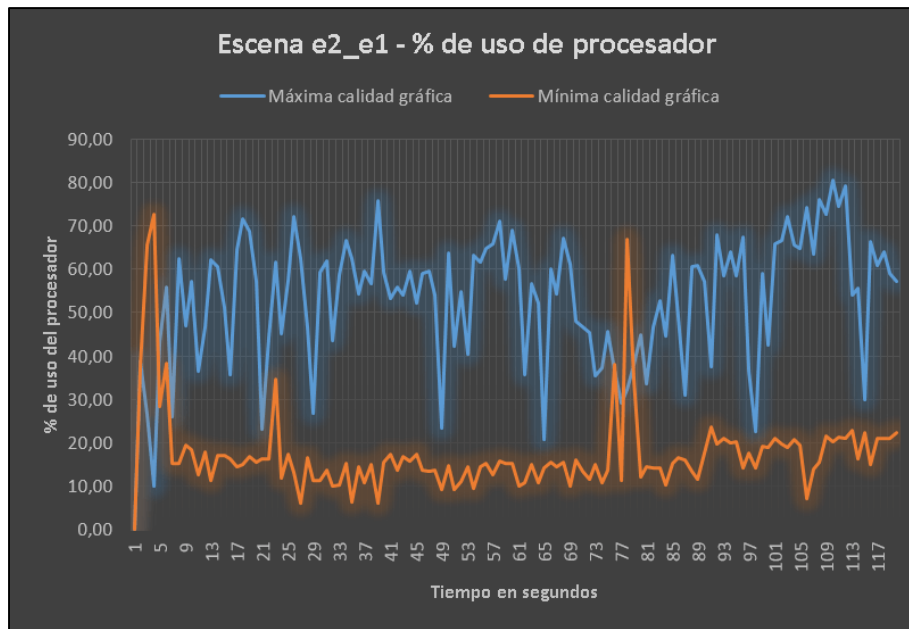


Ilustración 95: Gráfica comparativa entre el porcentaje de procesador ocupado para una escena compleja de Mimic en bajo y alto rendimiento

Los resultados de esta prueba, más extendida que la primera, resultan más acordes a la intuición básica de que a mayor calidad gráfica mayor uso de recursos debe tener Mimic. El uso de la memoria RAM va desde los 163,93 hasta los 205,05 MB y se muestra una diferencia consistente entre ambas configuraciones gráficas. Esto tiene sentido ante la idea de que la versión de mejor calidad visual de Mimic requiere cálculo adicional para la iluminación y renderizado de la escena y en consecuencia reserva un espacio mayor en la memoria del computador. Con estos resultados cobra fuerza la idea de que Mimic puede funcionar correctamente en un hipotético computador con 256 MB de RAM y ninguna otra aplicación en ejecución de forma paralela.

En cuanto al procesador, también se puede apreciar una diferencia notable entre ambas pruebas y salta a la vista el esfuerzo requerido por el hardware del computador de pruebas para ejecutar Mimic.

## Pruebas de Mimic como videojuego de concienciación ciudadana

Esta sección de pruebas concentra todas aquellas mediciones levantadas para determinar de la forma más objetiva posible si Mimic alcanza algún impacto desde el punto de vista del proceso de concienciación. A su vez, se analiza el impacto subjetivo del juego en los jugadores, dándoles la posibilidad de evaluar aspectos como los puntos más fuertes o aspectos a mejorar.

### Encuesta

En aras de poder realizar alguna medición respecto al producto final, se definió un insumo único consistente en una encuesta en línea que los jugadores deben llenar al término de la partida.

Las preguntas de esta encuesta se dividen en cinco secciones que se detallan a continuación junto a sus posibles respuestas:

1. **Mimic**
  - a. ¿Cuál fue tu puntuación final?
2. **Decisiones en el juego**
  - a. Durante el incendio ¿Qué decisión tomaste?
    - i. Comer
    - ii. Analizar la situación
    - iii. ¿Cuál incendio?
  - b. ¿Sobreviviste al asalto en el metro?
    - i. Si
    - ii. Tuve que intentarlo varias veces
    - iii. ¿Cuál asalto?
3. **Calificación del juego**
  - a. ¿Crees que Mimic es un juego para todas las edades?
    - i. Si
    - ii. No
  - b. ¿Cuál crees que es el punto más fuerte del juego?
    - i. Gráficos
    - ii. Historia
    - iii. Narrativa
    - iv. Música
    - v. Interactividad
    - vi. Diversión
    - vii. Duración
  - c. ¿Cuál crees que es el punto más débil del juego?
    - i. Gráficos
    - ii. Historia
    - iii. Narrativa
    - iv. Música
    - v. Interactividad
    - vi. Diversión
    - vii. Duración
  - d. ¿Qué cambiarías de Mimic?
  - e. Del 1 al 10 ¿Qué tanto te agradó Mimic?
4. **Interpretación del juego**
  - a. Selecciona los puntos que mejor describan a los ciudadanos de Mimic
    - i. Son maniqués comunes y corrientes
    - ii. A veces comían en el metro o el autobús
    - iii. A veces escuchaban música en el metro o el autobús
  - b. Selecciona las razones que expliquen el comportamiento anti cívico de los ciudadanos en Mimic
    - i. Tienen una consciencia ciudadana pobre
    - ii. Hacen lo que hace todo el mundo
    - iii. Imitan mi comportamiento
    - iv. No tuvieron un comportamiento anti cívico
  - c. Selecciona los puntos que mejor describan a la ciudad en Mimic
    - i. Es un sitio agradable y ordenado
    - ii. ¡Los medios de transporte estaban muy sucios y abandonados!
    - iii. Es una ciudad solitaria
  - d. ¿Consideras que Mimic transmite algún mensaje al jugador?
    - i. Si
    - ii. No
5. **Algunos datos personales**
  - a. Edad

- b. Ocupación
  - i. Profesional
  - ii. Estudiante universitario
  - iii. Estudiante de secundaria

En total y para el momento de la realización del presente trabajo, la población que respondió a la encuesta consistió en ocho sujetos distintos y representa la muestra obtenida sobre la cual se realiza el análisis en el presente capítulo.

### Análisis de la puntuación final

Tal como fue descrito en la última iteración del capítulo anterior del documento, se elaboró un sistema de puntuación que no es más que una máscara de bits cuyos valores se activan (o no) de acuerdo al estado del archivo de partida guardada. A continuación los resultados:

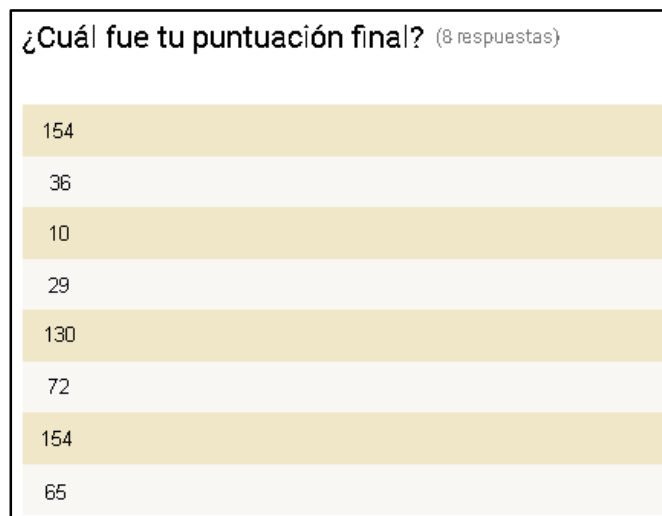


Ilustración 96: Puntuaciones obtenidas por los jugadores de Mimic

Si descomponemos estas puntuaciones de acuerdo al significado de cada bit, podemos obtener una muestra importante de la partida guardada de cada jugador tal como lo refleja la tabla 5.

Tabla 5: Descomposición de la puntuación final según la máscara de bits diseñada

Puntuación		good_new_friend	approves_fifth_grade	face_dfire	entropy > 50	pedad	trainIncident	easy	normal
154	=	1	0	0	1	1	0	1	0
36	=	0	0	1	0	0	1	0	0
10	=	0	0	0	0	1	0	1	0
29	=	0	0	0	1	1	1	0	1
130	=	1	0	0	0	0	0	1	0
72	=	0	1	0	0	1	0	0	0

154	=	1	0	0	1	1	0	1	0
65	=	0	1	0	0	0	0	0	1

Gracias a la descomposición mencionada, se puede expresar los resultados de acuerdo a cada ítem de forma separada y analizar el comportamiento real del jugador que no necesariamente puede coincidir con las respuestas al resto de la encuesta.

La siguiente lista es una conclusión extraída de las ocho puntuaciones:

- Cantidad de jugadores que trataron bien a Carlitos: 3
- Cantidad de jugadores que aprobaron el 5to grado: 2
- Cantidad de jugadores que enfrentaron el incendio: 1
- Cantidad de jugadores cuya entropía fue mayor al 50%: 3
- Cantidad de jugadores que enfrentaron la escena del arrollamiento: 5
- Cantidad de jugadores que enfrentaron el asalto en el tren: 2
- Distribución de la dificultad entre los jugadores:
  - Fácil: 4
  - Normal: 2
  - Difícil: 2

Los resultados obtenidos gracias a la puntuación permiten elaborar teorías acerca de las motivaciones de cada jugador. Por ejemplo, el alto porcentaje de maltrato hacia el personaje de Carlitos puede reflejar una curiosidad por el mero hecho de que esta posibilidad se encuentre en el juego. Asimismo, la cantidad de reprobados durante el primer capítulo puede dar a entender que el jugador no comprendió la mecánica de trabajo que proponía Mimic –al menos al principio-, lo que invita a revisar las técnicas para instruir al jugador en el uso del videojuego como parte de un proyecto futuro.

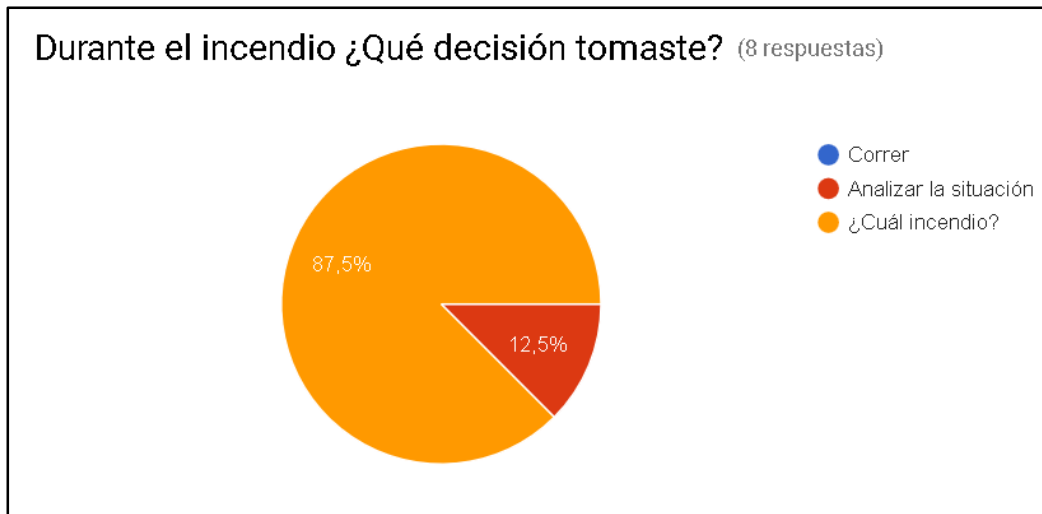
Si nos detenemos a revisar la cantidad de jugadores que enfrentaron la escena del arrollamiento frente a los jugadores que pasaron por el asalto en el tren, se puede ver como disminuye ligeramente el grado de ocurrencia entre ambos. En términos lineales, el futurible que se desencadena primero –si ya se cuenta con el automóvil- es el del arrollamiento. Por su parte, para desencadenar la escena del incidente en el tren es necesario contar con un alto nivel de entropía (mayor o igual a 90). Luego, la disminución mencionada apunta a que de alguna manera el comportamiento del jugador respecto a las infracciones ciudadanas se reguló de forma que la entropía bajara.

No obstante, dado el tamaño de la muestra no resulta posible elaborar una conclusión sólida respecto a la idea anterior.

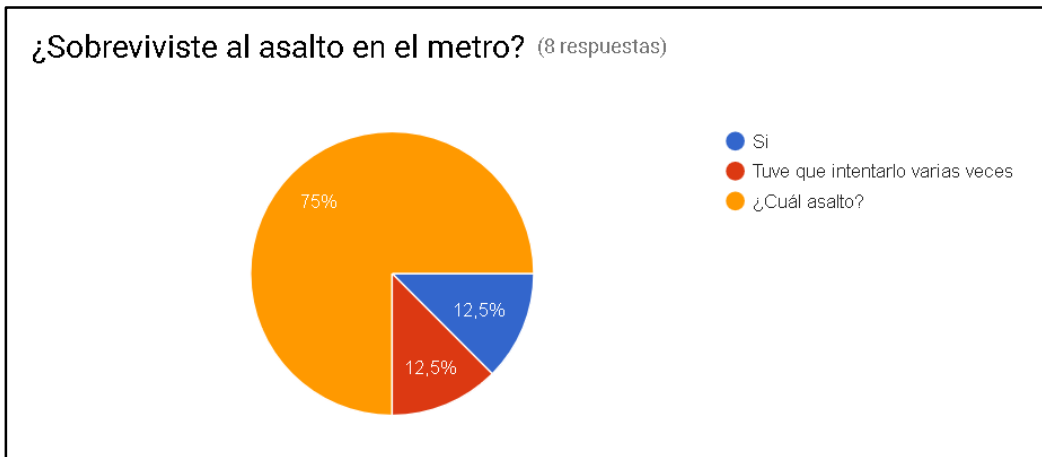
### **Análisis de las respuestas a la encuesta**

Habiendo analizado la puntuación, a continuación se listan –en las ilustraciones 97 a la 109- los resultados totalizados para cada pregunta de la encuesta:

### **Sección “Decisiones en el juego”**

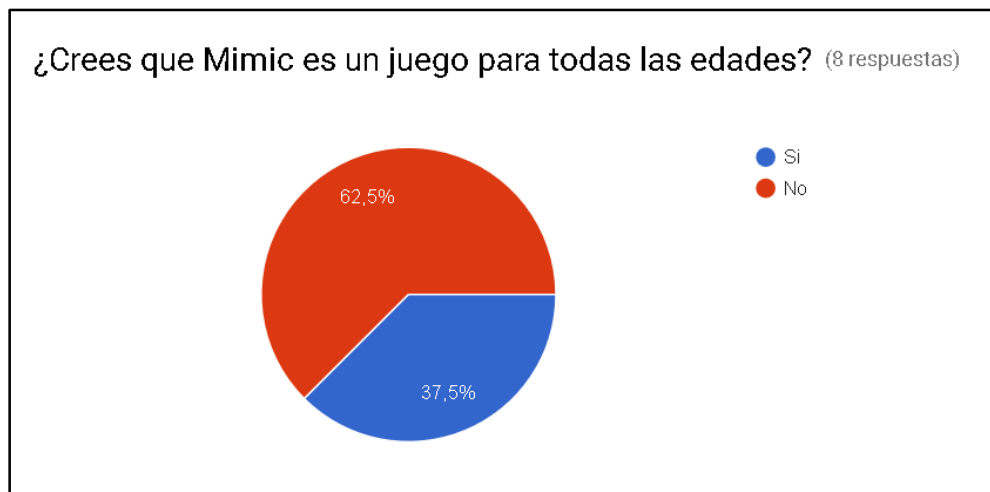


*Ilustración 97: Distribución de las acciones del jugador ante la escena del incendio en la oficina*



*Ilustración 98: Distribución de los desenlaces de la escena del asalto en el metro*

### Sección “Calificación del juego”



*Ilustración 99: Distribución de opinión respecto a la clasificación de edad para Mimic*



¿Cuál crees que es el punto más fuerte del juego? (8 respuestas)

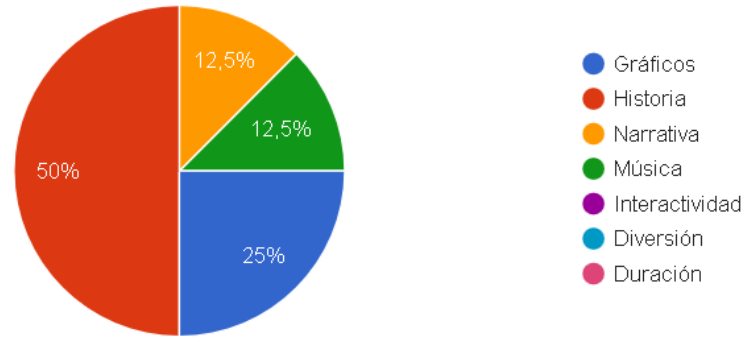


Ilustración 100: Distribución de opinión respecto al mejor aspecto de Mimic

¿Cuál crees que es el punto más débil del juego? (8 respuestas)

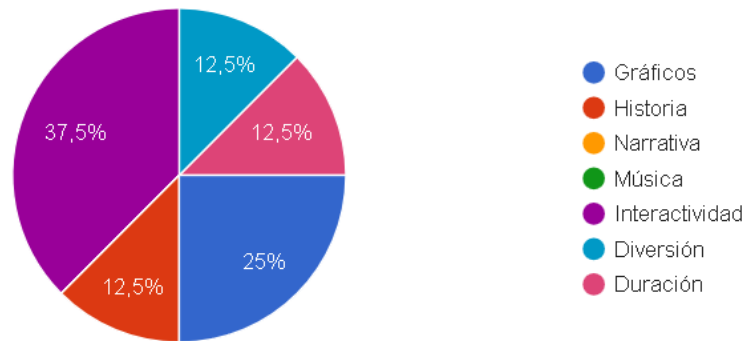


Ilustración 101: Distribución de opinión respecto al peor aspecto de Mimic

¿Qué cambiarías de Mimic? (5 respuestas)

Debe ser más trabajado para poder brindar el mensaje inmerso en la historia, que es muy importante, ya que es una vivencia nada alejada de la realidad.

Los maniquies

Mas cambios de música y sfx en los escenarios

Duracion

Movilidad

Ilustración 102: Comentarios de los jugadores respecto a posibles cambios en Mimic

Del 1 al 10 ¿Qué tanto te agradó Mimic? (8 respuestas)

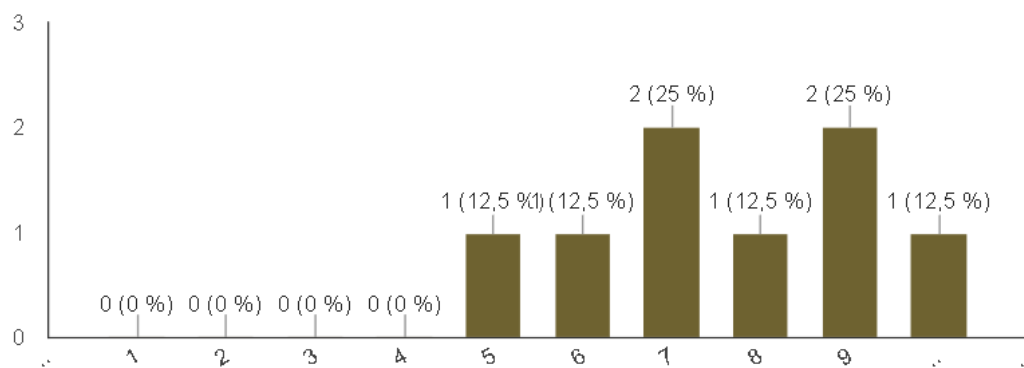


Ilustración 103: Distribución de aceptación de Mimic

### Sección “Interpretación del juego”

Selecciona los puntos que mejor describan a los ciudadanos de Mimic (8 respuestas)

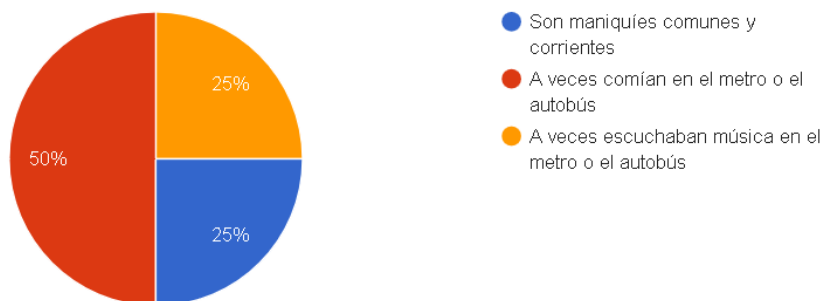


Ilustración 104: Distribución de la interpretación de los jugadores sobre los ciudadanos de Mimic

Selecciona las razones que expliquen el comportamiento anticívico de los ciudadanos en Mimic (8 respuestas)

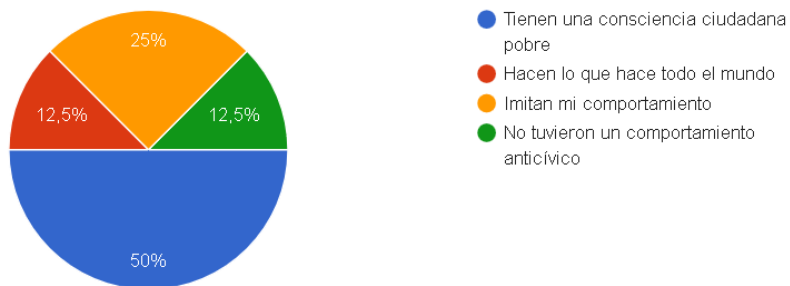
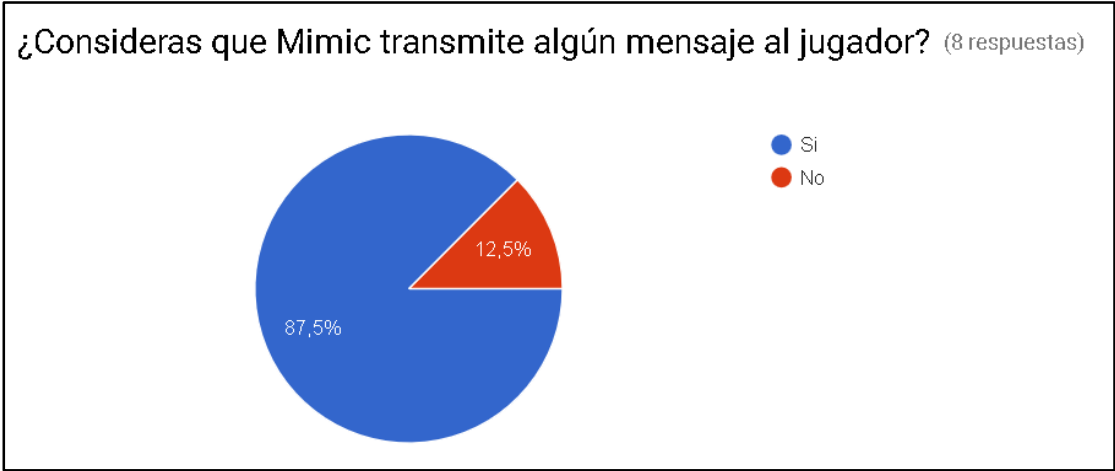


Ilustración 105: Distribución de las explicaciones de los jugadores al comportamiento de los ciudadanos

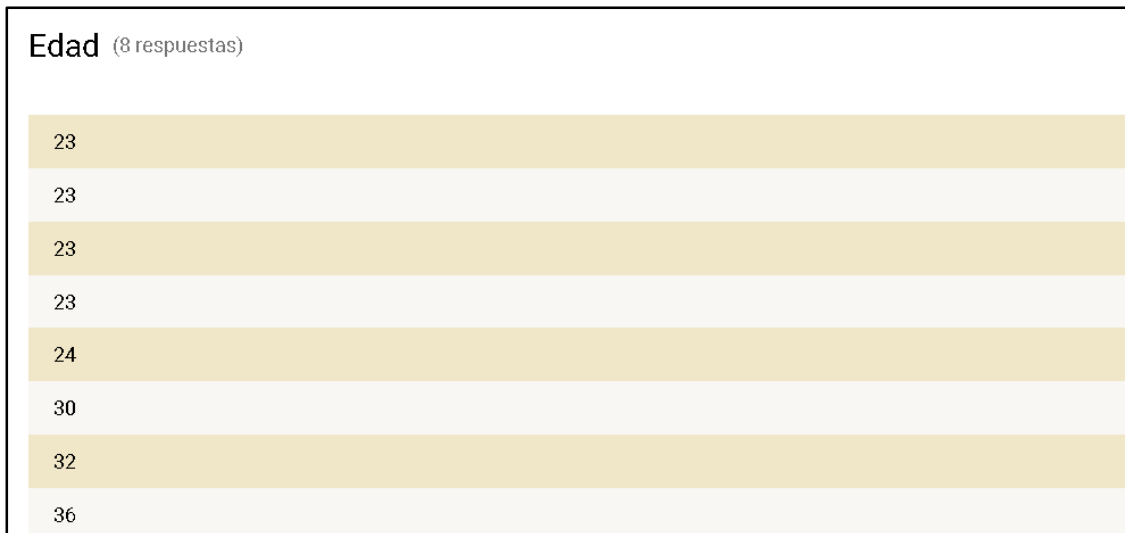


*Ilustración 106: Distribución de la descripción que los jugadores dan a la ciudad de Mimic*

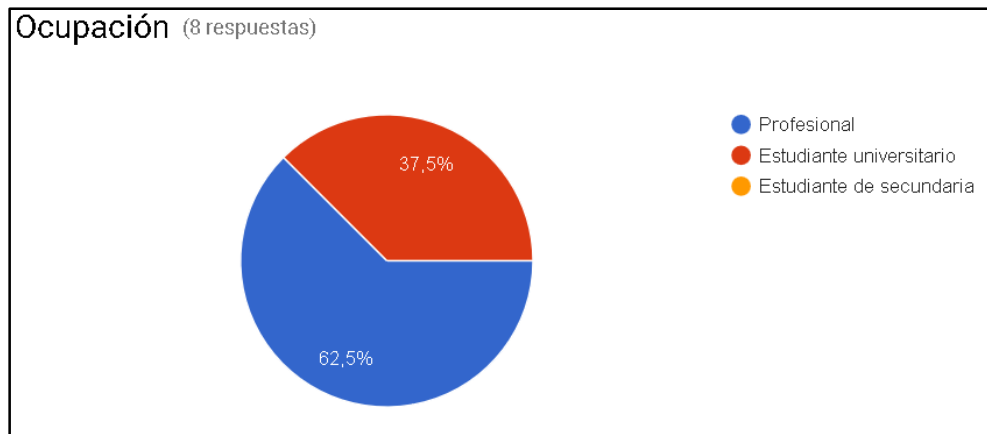


*Ilustración 107: Distribución de la opinión respecto a Mimic como portador de un mensaje*

**Sección “Algunos datos personales”**



*Ilustración 108: Distribución de edades de los jugadores de Mimic*



*Ilustración 109: Distribución de la ocupación de los jugadores de Mimic*

De acuerdo a las respuestas de los jugadores, ninguno de ellos escapó durante el incendio sin ayudar a los compañeros de trabajo. A su vez, la cantidad de personas que desconocen la escena del asalto en el tren coincide con las puntuaciones obtenidas, lo que sirve de comprobación.

Por otra parte, la sección “Calificación del juego” revela datos interesantes sobre la percepción hacia Mimic. Un 37,5% respondió a favor de que el título se encuentre dirigido a todas las edades, situación que contraste con la calificación de Mimic de acuerdo a los estándares de la ESRB, detallada en el capítulo 2 de este documento, que dicta que por el contenido solo es apto para mayores de 13 años. Esto puede servir como indicador del juicio de los jugadores respecto al impacto de un juego en su audiencia, en especial si es joven.

Un 50% del público reconoce la historia como el punto más fuerte de Mimic, por encima de la calidad gráfica, la narrativa y la música. Esto indica al mismo tiempo que la interactividad que ofrece el juego no resulta notable para los jugadores encuestados y es por el contrario, de acuerdo a la pregunta “¿Cuál crees que es el punto más débil del juego?” el aspecto menos logrado del videojuego. De esta pregunta también salta a la vista que se consideró “Diversión” como un punto a mejorar en el juego, lo que contrasta con la definición de juegos serios y abre el debate respecto a cuándo estos deben buscar entretener o no.

En general, la aceptación de Mimic estuvo por encima de la media y el nivel de agrado se concentró entre un 7 y un 9 en una escala de 10 puntos.

### **Sobre el valor como un juego serio**

Ahora bien, la sección que interroga a los jugadores respecto a su interpretación del juego es al mismo tiempo la más crítica y la más subjetiva, particularmente por el tamaño de la muestra.

Un alto porcentaje vio a los ciudadanos virtuales comiendo o escuchando música en el transporte público, situación reconocida como infracción. Esto se puede unir con la opinión predominante de que estos individuos [los ciudadanos] tienen una conciencia ciudadana pobre, de acuerdo a la pregunta “Seleccione las razones que expliquen el comportamiento anti cívico de los ciudadanos de Mimic.”, donde también resalta que un 25% reconoció que estos imitan el comportamiento de sus decisiones de juego.

Por otro lado, la gran mayoría considera que la ciudad donde se ambienta el juego es un sitio con medios de transporte sucios y abandonados. La única forma posible de que esto se reflejara en el transcurso del juego es que los jugadores influenciaran esta respuesta de entropía a través de algún comportamiento infractor.

Finalmente, un 87,5% consideró que Mimic transmite un mensaje de algún tipo al jugador. La idea de que un 25% haya reconocido su comportamiento como el causante del caos en los ciudadanos virtuales junto al potencial de transmisión reconocido permite vislumbrar la posibilidad de expandir la idea original y extenderla a un público mayor. Si el 25% de una población de cientos de miles se vuelve consciente de este hecho, es probable que el proceso de concienciación pueda derivar en resultados concretos de cara a la problemática social.

# Conclusiones

Si se tienen en cuenta el objetivo general del presente documento, se puede concluir que la concepción de Mimic como juego de concienciación ciudadana ha sido alcanzada. Más allá de los resultados obtenidos durante su corta distribución en el público, es importante mencionar que la culminación de un proyecto con un alcance tan amplio frente al abstracto de la conciencia humana resulta no solo un intento adicional a resolver el problema de la convivencia ciudadana, sino también un acercamiento en un formato digital que aprovecha gran parte de las ventajas que el auge tecnológico actual ofrece.

Una particularidad de los problemas de la humanidad es que algunos de ellos evolucionan, a pesar de contar con la misma base. Es nada menos que lógico, entonces, considerar un videojuego serio como una propuesta evolucionada a la moderna sociedad actual.

Mimic –tal y como ha sido descrito en múltiples ocasiones- no pretende ser una respuesta definitiva, pero sin duda podría servir como punto de partida. El análisis del capítulo 4 revela que un punto a mejorar yace en la interactividad del juego. Y es justo algo que las desarrolladoras más prominentes podrían trabajar con un nivel técnico y de eficacia mucho mayor que el que podría alcanzar un único recurso frente a un proyecto de tal magnitud, como ocurrió en el desarrollo de este trabajo especial de grado.

Los videojuegos son una puerta no solo al entretenimiento sino a una cantidad importante de patrones, experiencias y aprendizajes que aun hoy, después de que la industria lleva más de 40 años en el mercado, no han sido determinados por completo. Esto deja un amplio margen para la exploración y experimentación.

Los videojuegos serios en particular tienen espacio para el perfeccionamiento y áreas para mejorar, puesto que se trata en su mayoría de aplicaciones especializadas para algún propósito o fin cuyas bases están fuertemente relacionadas a la contraparte diseñada para entretener, nutriéndose de esta y adoptando y adaptando conceptos. Afortunadamente, el interés por ellos se encuentra en crecimiento y Mimic o ideas similares pueden representar un paso sólido hacia la aplicación de tecnologías para la concienciación efectiva del ciudadano.

Resultaría no menos que un guiño a la existencia que algo que inició como proyectos de investigación y creció de la mano con el mero hecho de entretener termine por convertirse en un cambio real para el mundo.

## Trabajos futuros:

Entre los aspectos a mejorar de Mimic y las bases que éste podría sentar, una propuesta de trabajo futuro es el tomar un concepto similar y extenderlo en jugabilidad y alcance para evaluarlo frente a un público más numeroso, pudiendo así –quizá- apuntar a un cambio concreto en la sociedad.

A su vez, otro punto que valdría la pena explorar sería el de incluir soporte para realidad virtual. La base de Mimic yace en que la experiencia sirva como móvil para transmitir conceptos de concienciación, dinámica que se vería ampliamente favorecida por la inmersión que esta tecnología puede aportar. Bajo tal escenario, ya no se trataría de un jugador frente a un monitor sino de una experiencia en primera persona, que conserve el esquema de adaptación de entropía y lo lleve más allá en un todo ambicioso.

Finalmente, Mimic podría ser llevado a dispositivos portátiles como teléfonos inteligentes, ya que esto incrementaría las posibilidades de adaptabilidad del juego. Sería interesante ver un título que aproveche las capacidades de estos dispositivos, como el GPS, para poner al jugador en una escena acorde a su ubicación. Por ejemplo, una escena

genérica de un autobús mientras el usuario recorre la localidad en el transporte público o contenidos adicionales y segmentos de la historia que se revelen solo en ciertos lugares de la ciudad.

## Bibliografía

- [1] (Argentina) Ministerio de Educación de la Nación Argentina, «Los grandes principios,» [En línea]. Available: <http://portal.educacion.gov.ar/sistema/los-grandes-principios/>. [Último acceso: 3 Mayo 2015].
- [2] (Perú) Ministerio de Educación, «Aprendizajes,» [En línea]. Available: <http://www.minedu.gob.pe/p/politicas-aprendizajes-queaprenden.html>. [Último acceso: 3 Mayo 2015].
- [3] (Venezuela) Ministerio del Poder Popular para la Educación, «Principios y Valores,» [En línea]. Available: [http://www.me.gob.ve/contenido.php?id\\_seccion=15&id\\_contenido=25892&modo=2](http://www.me.gob.ve/contenido.php?id_seccion=15&id_contenido=25892&modo=2). [Último acceso: 3 Mayo 2015].
- [4] (México) Secretaría de Educación Pública, «Comunicado 031.- REFORZAR LOS VALORES Y LA ÉTICA AYUDARÁ A FORMAR LOS CIUDADANOS DEL SIGLO XXI: ALONSO LUJAMBIO,» 4 Abril 2011. [En línea]. Available: <http://www.sep.gob.mx/es/sep1/C0310411#.VV5UkUYwF1B>. [Último acceso: 21 Mayo 2015].
- [5] (España) Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, «Objetivos de la Educación primaria,» [En línea]. Available: <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/sistema-educativo/enseanzas/educacion-primaria/objetivos.html>. [Último acceso: 21 Mayo 2015].
- [6] (Uruguay) Cámara de Representantes de la República Oriental de Uruguay, «Ley General de Educación,» 12 Diciembre 2008. [En línea]. Available: [http://educacion.mec.gub.uy/innovaportal/file/431/1/ley\\_de\\_educacion\\_dic2014.pdf](http://educacion.mec.gub.uy/innovaportal/file/431/1/ley_de_educacion_dic2014.pdf). [Último acceso: 21 Mayo 2015].
- [7] National Aeronautics and Space Administration, «Ozone Hole Watch,» 2015 Mayo 17. [En línea]. Available: <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>. [Último acceso: 2015 Mayo 21].
- [8] C.A. Metro de Caracas, «SISTEMA METRO - CARACTERÍSTICAS POR LÍNEAS,» 2015. [En línea]. Available: [http://www.metrodecaracas.com.ve/metro\\_metrobus/caractmetro.html](http://www.metrodecaracas.com.ve/metro_metrobus/caractmetro.html). [Último acceso: 2015 Julio 25].
- [9] Statista, «Number of video gamers worldwide in 2014, by region (in millions),» 2014. [En línea]. Available: <http://www.statista.com/statistics/293304/number-video-gamers/>. [Último acceso: 2 Marzo 2015].
- [10] Real Academia Española, «Videojuego,» Septiembre 2011. [En línea]. Available: <http://lema.rae.es/drae/?val=videojuego>. [Último acceso: 2 Marzo 2015].
- [11] Oxford Dictionaries, «Video game,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/video-game>. [Último acceso: 2 Marzo 2015].
- [12] IEEE Global History Network, «Milestones:Invention of the First Transistor at Bell Telephone Laboratories, Inc., 1947,» [En línea]. Available: [http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Milestones:Invention\\_of\\_the\\_First\\_Transistor\\_at\\_Bell\\_Telephone\\_Laboratories,\\_Inc.,\\_1947](http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Milestones:Invention_of_the_First_Transistor_at_Bell_Telephone_Laboratories,_Inc.,_1947). [Último acceso: 5 Marzo 2015].
- [13] S. Kent, «Timeline,» de *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokémon and Beyond : the Story Behind the Craze that Touched Our Lives and Changed the World*, Prima Pub, 2001, pp. XI-XIV.
- [14] J. Blake, «BBC: Video games need same 'cultural' status as TV and film,» 12 Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.bbc.co.uk/newsbeat/30439126>.
- [15] Entertainment Software Association, «Industry Facts,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.theesa.com/about-esa/industry-facts/>.



- [16] Statista, «Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2013 (in million units),» 2013. [En línea]. Available: <http://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>.
- [17] Population Reference Bureau, «World Population Data Sheet 2013, Full Report,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2013/2013-world-population-data-sheet/data-sheet.aspx>.
- [18] A. Newell, J. C. Shaw y H. A. Simon, «Chess-Playing Programs and the Problem of Complexity,» *IBM Journal of Research and Development*, pp. 320-335, 1958.
- [19] A. S. Douglas, «Noughts and Crosses,» de *Some computations in theoretical physics*, U. o. Cambridge, Ed., 1952, pp. 79-101.
- [20] Computer History Museum, «Breaking the Code,» [En línea]. Available: <http://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/82>.
- [21] N. Antonopolous, M. Ma, A. Oikonomou y L. C. Jain, "Serious Games and Edutainment Applications", Springer Science & Business Media, 2011.
- [22] E. Rotberg, Interviewee, *Halcyon Days: Interviews with Classic Computer and Video Game Programmers*. [Entrevista]. Marzo 1997.
- [23] C. C. Abt, "Serious Games", Viking Compass Edition ed., Nueva York: The Viking Press, Inc., 1970.
- [24] B. Sawyer, «The "Serious Games" Landscape,» de *Instructional & Research Technology Symposium for Arts, Humanities and Social Sciences*, Camden, EEUU, 2007.
- [25] D. Djaouti, J. Alvarez, J.-P. Jessel y O. Rampnoux, «"Origins of Serious Games",» de *Serious Games and Edutainment Applications*, Springer Science & Business Media, 2011, pp. 25-43.
- [26] Virtual Heroes, «America's Army,» [En línea]. Available: <http://virtualheroes.com/portfolio/Military/America-s-Army>. [Último acceso: 4 Abril 2015].
- [27] Caspian Learning, «About Caspian Learning,» [En línea]. Available: <http://www.caspianlearning.co.uk/about-us>. [Último acceso: 6 Marzo 2015].
- [28] Serious Games Interactive, «About SGI,» [En línea]. Available: <http://www.seriousgames.net/>. [Último acceso: 6 Marzo 2015].
- [29] Serious Games Studio, «What's on offer?,» [En línea]. Available: <http://sgs-lab.com/whats-on-offer/>. [Último acceso: 6 Marzo 2015].
- [30] K. Wiens, «NRL Video Game Could Help Dog Handlers Train for Detecting IEDs, Illegal Drugs - See more at: <http://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2014/nrl-video-game-could-help-dog-handlers-train-for-detecting-ieds-illegal-drugs#sthash.kUAIDrsd.dpuf>,» 27 10 2014. [En línea]. Available: <http://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2014/nrl-video-game-could-help-dog-handlers-train-for-detecting-ieds-illegal-drugs>.
- [31] Jumpido, «Jumpido,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.jumpido.com/en>.
- [32] Universia, «Serious interface design for dental health: Wiimote-based tangible interaction for school children,» 2010. [En línea]. Available: [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/title/serious-interface-design-for-dental-health-wiimote-based-tangible-interaction/id/58397403.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/serious-interface-design-for-dental-health-wiimote-based-tangible-interaction/id/58397403.html). [Último acceso: 2 Marzo 2015].
- [33] The Quinnspiracy, «Depression Quest,» [En línea]. Available: <http://www.depressionquest.com/>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].

- [34] Air Traffic Control Simulator (ATC-SIM), «ATC-SIM WEB-BASED AIR TRAFFIC CONTROL SIMULATOR,» [En línea]. Available: <http://www.atc-sim.com/atc.php>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [35] VSTEP, «NAUTIS - Maritime Simulators,» [En línea]. Available: <http://vstepsimulation.com/product/nautis/>. [Último acceso: 09 Febrero 2015].
- [36] Dassault Systemes, «Staying Alive,» [En línea]. Available: [http://www.stayingalive.fr/index\\_us.html](http://www.stayingalive.fr/index_us.html). [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [37] Designing Digitally, «Firefighter Training Simulation - REVAS Process,» [En línea]. Available: <http://www.designingdigitally.com/portfolio/simulations/firefighter-training-simulation-revas-process#axzz3RPGSROZ4>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [38] Softpedia, «Catch the Sperm II,» [En línea]. Available: <http://www.softpedia.com/get/Others/Home-Education/Catch-the-Sperm.shtml>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [39] L. Doucet, «Fortress of Doors,» 14 Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.fortressofdoors.com/tourette-quest-media-magic-and-nostrils/>. [Último acceso: 14 Febrero 2015].
- [40] Genesis Energy NZ Power Company, «ABOUT US,» [En línea]. Available: <http://www.electrocity.co.nz/About/>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [41] Educagames, «Monster numbers,» [En línea]. Available: <http://monsternumbers.co/>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [42] Duolingo, «Aprende un idioma gratis y diviértete.,» [En línea]. Available: <https://www.duolingo.com/>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [43] Cancer Research UK, «Play to Cure: Genes in Space,» [En línea]. Available: <http://www.cancerresearchuk.org/support-us/play-to-cure-genes-in-space>. [Último acceso: 6 Marzo 2015].
- [44] Nintendo, «Wii Sports,» [En línea]. Available: <http://www.nintendo.com/games/detail/1OTtO06SP7M52gi5m8pD6CnahbW8CzxE>. [Último acceso: 27 Abril 2015].
- [45] D. Wells, «Extreme Programming,» 8 Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.extremeprogramming.org/>. [Último acceso: 8 Octubre 2016].