

# Mecanismos de awareness para mejorar la facilidad de uso en un entorno de tráfico simulado



ANEXOS

HÉCTOR IVÁN ALCÁZAR DAZA  
JOSÉ LUIS MARTÍNEZ TOBAR

Director: **Mg. W. Libardo Pantoja Yépez**  
Universidad del Cauca  
Co-director **Dr. César Alberto Collazos Ordoñez**  
Universidad del Cauca

**Universidad del Cauca**  
FACULTAD DE ING. ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS  
Grupo de Investigación en Ingeniería de Software - IDIS  
Línea de Investigación de Sistemas Colaborativos  
Popayán, Septiembre de 2013

# **Mecanismos de awareness para mejorar la facilidad de uso en un entorno de tráfico simulado**

HÉCTOR IVÁN ALCÁZAR DAZA  
JOSÉ LUIS MARTÍNEZ TOBAR

**Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ingeniería Electrónica y  
Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención del  
Título de**

**Ingeniero de Sistemas**

Director: **Mg. W. Libardo Pantoja Yépez**  
Universidad del Cauca  
Co-director: **Dr. César Alberto Collazos Ordoñez**  
Universidad del Cauca

**Universidad del Cauca**  
**FACULTAD DE ING. ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS**  
**Grupo de Investigación en Ingeniería de Software - IDIS**  
**Línea de Investigación de Sistemas Colaborativos**  
**Popayán, Septiembre de 2013**

# Contenido

|  |    |
|--|----|
| ANEXO A. Documentación del Método para la Incorporación de Mecanismos de Awareness Situacional .....             | 1  |
| A.1. Nivel 1 Captura de Datos.....   | 1  |
| Heurísticas para Mundos Virtuales .....  | 1  |
| ANEXO B. Documentación de Prototipos de la Nueva Interfaz .....  | 4  |
| B.1. Fotos de Cabinas.....   | 4  |
| B.2. Bosquejos en Papel y Lápiz .....  | 10 |
| B.3. Bosquejos Digitales .....   | 17 |
| B.3. Prototipos Digitales .....  | 24 |
| ANEXO C. Documentación del Proceso de Validación .....   | 33 |
| C.1. Cuestionario .....  | 33 |
| C.2. Resultados .....  | 44 |
| ANEXO D. Acuerdos.....   | 45 |
| D.1. Acuerdo de cooperación investigativa firmado entre la universidad del cauca y la universidad de nevada..... | 45 |
| ANEXO E. Publicaciones.....  | 47 |
| D.1. Method for Incorporating Awareness Mechanisms in Driving Simulation Environments .....                      | 47 |

# Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Foto 1 Cabina.....                              | 5  |
| Figura 2 Foto 2 Cabina.....                              | 6  |
| Figura 3 Foto 3 Cabina.....                              | 7  |
| Figura 4 Foto 4 Cabina.....                              | 8  |
| Figura 5 Foto 5 Cabina.....                              | 9  |
| Figura 6 Bosquejo Espejos retrovisores .....             | 11 |
| Figura 7 Bosquejo Señales de transito .....              | 12 |
| Figura 8 Bosquejo velocímetro .....                      | 13 |
| Figura 9 Bosquejo sonido.....                            | 14 |
| Figura 10 Bosquejo luces traseras.....                   | 15 |
| Figura 11 Bosquejo textura .....                         | 16 |
| Figura 12 Bosquejo digital espejos .....                 | 18 |
| Figura 13 Bosquejo digital señales de transito .....     | 19 |
| Figura 14 Bosquejo digital velocímetro .....             | 20 |
| Figura 15 Bosquejo digital sonido .....                  | 21 |
| Figura 16 Bosquejo digital luces .....                   | 22 |
| Figura 17 Bosquejos digitales texturas .....             | 23 |
| Figura 18 Prototipo espejos .....                        | 25 |
| Figura 19 Prototipo señales de transito .....            | 26 |
| Figura 20 Prototipo Velocímetro .....                    | 27 |
| Figura 21 Prototipo Sonido.....                          | 28 |
| Figura 22 Prototipo luces traseras - direccional .....   | 29 |
| Figura 23 Prototipo luces traseras - reversa.....        | 30 |
| Figura 24 Prototipo luces traseras - freno.....          | 31 |
| Figura 25 Prototipo texturas .....                       | 32 |
| Figura 26 Panorámica simulador de conducción.....        | 34 |
| Figura 27 Tercera persona simulador de conducción. ....  | 34 |
| Figura 28. Primera persona simulador de conducción. .... | 34 |

# Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Heurísticas para Mundos Virtuales [1]..... | 3  |
| Tabla 6 Resultados grupo 1 .....                   | 44 |
| Tabla 7 Resultados grupo 2 .....                   | 44 |

# ANEXO A. Documentación del Método para la Incorporación de Mecanismos de Awareness Situacional

## A.1. Nivel 1 Captura de Datos

### Heurísticas para Mundos Virtuales

A continuación se presenta la tabla de heurísticas para mundos virtuales genera por Sebastián Rudloff en 2010.

| Código | Nombre                   | Descripción  |
|--------|--------------------------|--|
| H1     | Retroalimentación        | Un mundo virtual debe mantener siempre informado al usuario sobre el estado de su avatar, los acontecimientos que a este conciernan, y eventos o hechos relevantes que ocurran dentro del mundo virtual. El mundo virtual debe además proporcionar retroalimentación fácilmente perceptible al usuario ante cualquier acción que este inicie o que le afecte tanto de manera directa como indirecta. |
| H2     | Claridad                 | Un mundo virtual debe tener una interfaz que sea fácil de entender para el usuario, utilizando un lenguaje claro. Además, los elementos en las distintas interfaces se deben mostrar ordenados y agrupados de forma tal que el usuario sea capaz de encontrar lo que busca de forma intuitiva.   |
| H3     | Simplicidad              | El panel de control del mundo virtual no debe ser sobrecargado, y debe contener solo la información necesaria y relevante. Los íconos y mensajes del sistema y la interacción con los objetos dentro del mundo virtual deben ser simples e intuitivos.   |
| H4     | Consistencia             | La interfaz de un mundo virtual debe ser consistente en la utilización del lenguaje, así como en el efecto y disponibilidad de las acciones realizadas por el usuario a través de su avatar. La interacción con los personajes controlados por el computador, objetos y con el mundo se debe desarrollar de forma similar dentro de la misma aplicación.   |
| H5     | Reducir Carga de Memoria | Un mundo virtual debe intentar minimizar los esfuerzos de memoria del usuario haciendo los objetos, opciones y acciones visibles o de fácil  |

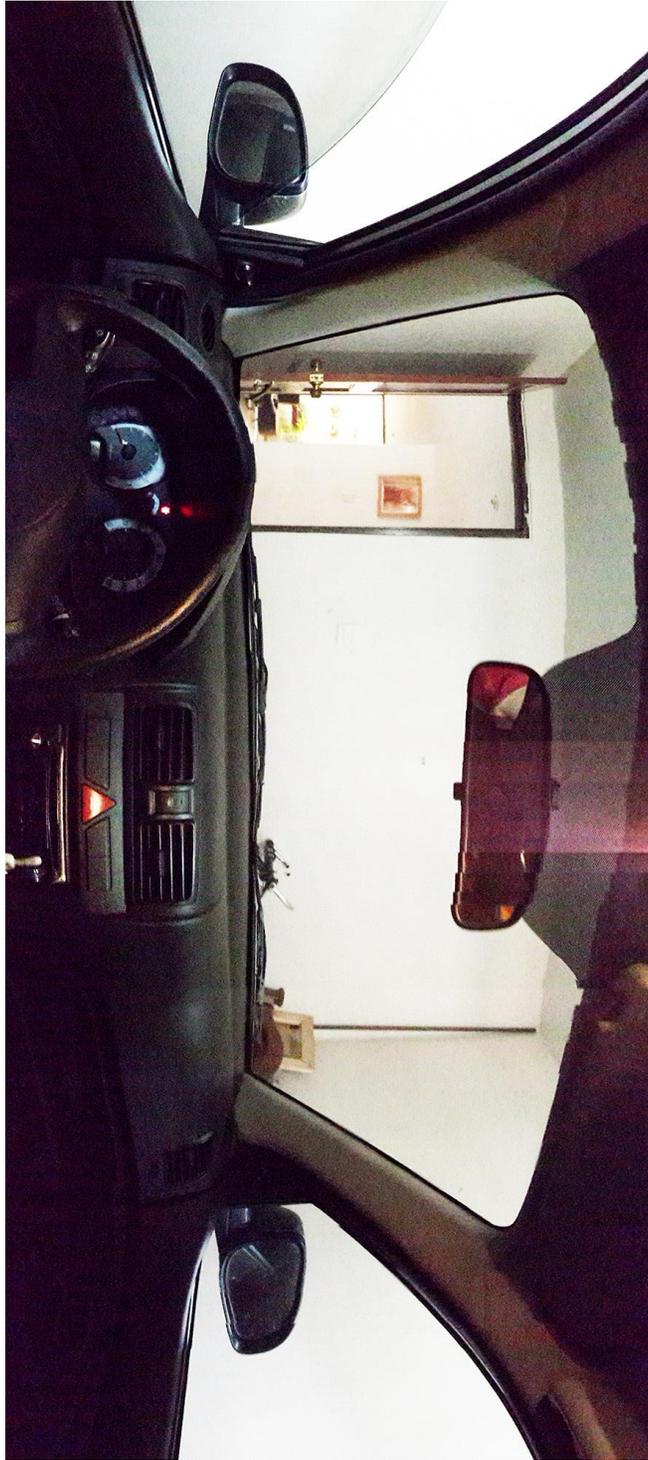
| <b>Código</b> | <b>Nombre</b>                                     | <b>Descripción</b>  |
|---------------|---|---|
|               |   | acceso. Además, el sistema debe otorgar al usuario formas de marcar o recordar lugares dentro del mundo virtual que este haya visitado o que puedan serle de interés.   |
| H6            | Flexibilidad y Eficiencia de Uso                  | Un mundo virtual debe dar a los usuarios las opciones de utilizar y configurar sus propios aceleradores para las acciones comunes, y de modificar la interfaz de usuario, lo que permite a los usuarios avanzados interactuar con el mundo virtual de forma más eficiente.  |
| H7            | Control de Cámara                                 | Un mundo virtual debe dar a los usuarios control sobre la cámara o ángulo desde el que el usuario ve el mundo virtual   |
| H8            | Visualización                                     | Un mundo virtual debe permitir al usuario elegir si ver o no efectos visuales u objetos cuyo fin sea solo estético, para evitar la sobrecarga de elementos en la pantalla.  |
| H9            | Personalización del avatar                        | Un mundo virtual debe permitir al usuario el mayor grado de personalización posible en su avatar.   |
| H10           | Orientación y Navegación dentro del Mundo Virtual | Un mundo virtual debe dar al usuario una forma de ubicarse dentro del mismo, así como una forma de encontrar el camino hacia una ubicación determinada. Además, el mundo virtual debe dar los medios al usuario para transportarse de un lugar a otro de forma expedita.  |
| H11           | Interacción con el Mundo                          | Un mundo virtual debe indicar claramente a los usuarios con que objetos del mundo se puede interactuar y con cuales no, y que acciones se pueden realizar con aquellos objetos con los que sí se puede interactuar.   |
| H12           | Reglas Propias del Mundo Virtual                  | Las reglas propias rigen al mundo virtual y a los avatares que lo habitan, permitiéndoles realizar acciones que no son posibles en el mundo real, y restringiéndoles el realizar otras acciones que pudiesen ser naturales para el usuario. Estas reglas deben ser adecuadas al objetivo del mundo virtual y deben ser claras para todos los usuarios, o explicadas de forma clara y explícita. Cualquier modificación de estas reglas para aplicaciones dentro del mundo virtual debe ser informada claramente al usuario. |
| H13           | Comunicación entre Avatares                       | Un mundo virtual debe permitir al usuario comunicarse de forma fácil e intuitiva con los demás usuarios, a través de sus respectivos avatares, dejando en claro qué avatar se está comunicando con cual.  |

| <b>Código</b> | <b>Nombre</b>                                  | <b>Descripción</b>  |
|---------------|--|---|
| H14           | Prevención de Errores                          | Un mundo virtual debe evitar que los usuarios cometan acciones que lleven a error o a situaciones indeseadas, tanto en lo relacionado a la interfaz como al mundo virtual en sí.  |
| H15           | Ayuda y Facilidad para recuperación de Errores | Un mundo virtual debe proveer al usuario las herramientas para recuperarse de errores del sistema o situaciones indeseadas de las que el usuario no pueda salir por sí mismo.   |
| H16           | Documentación de Ayuda                         | Un mundo virtual debe proveer al usuario buena documentación, tanto en línea como dentro del mundo virtual, que sea fácil de encontrar, de ver y de entender, así como links a sitios que puedan ser de ayuda o interés a los usuarios. |

**Tabla 1 Heurísticas para Mundos Virtuales [1]**

## **ANEXO B. Documentación de Prototipos de la Nueva Interfaz**

### **B.1. Fotos de Cabinas**



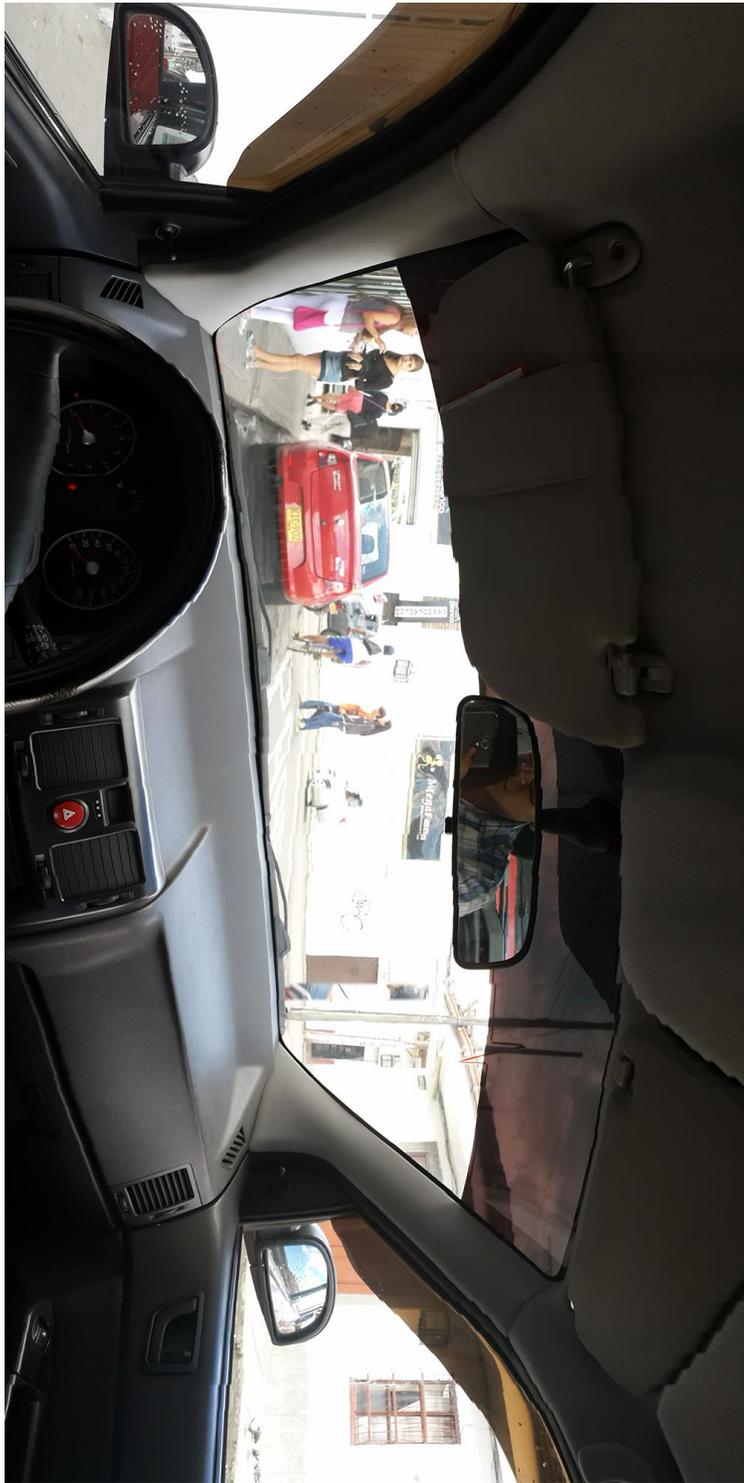
**Figura 1 Foto 1 Cabina**



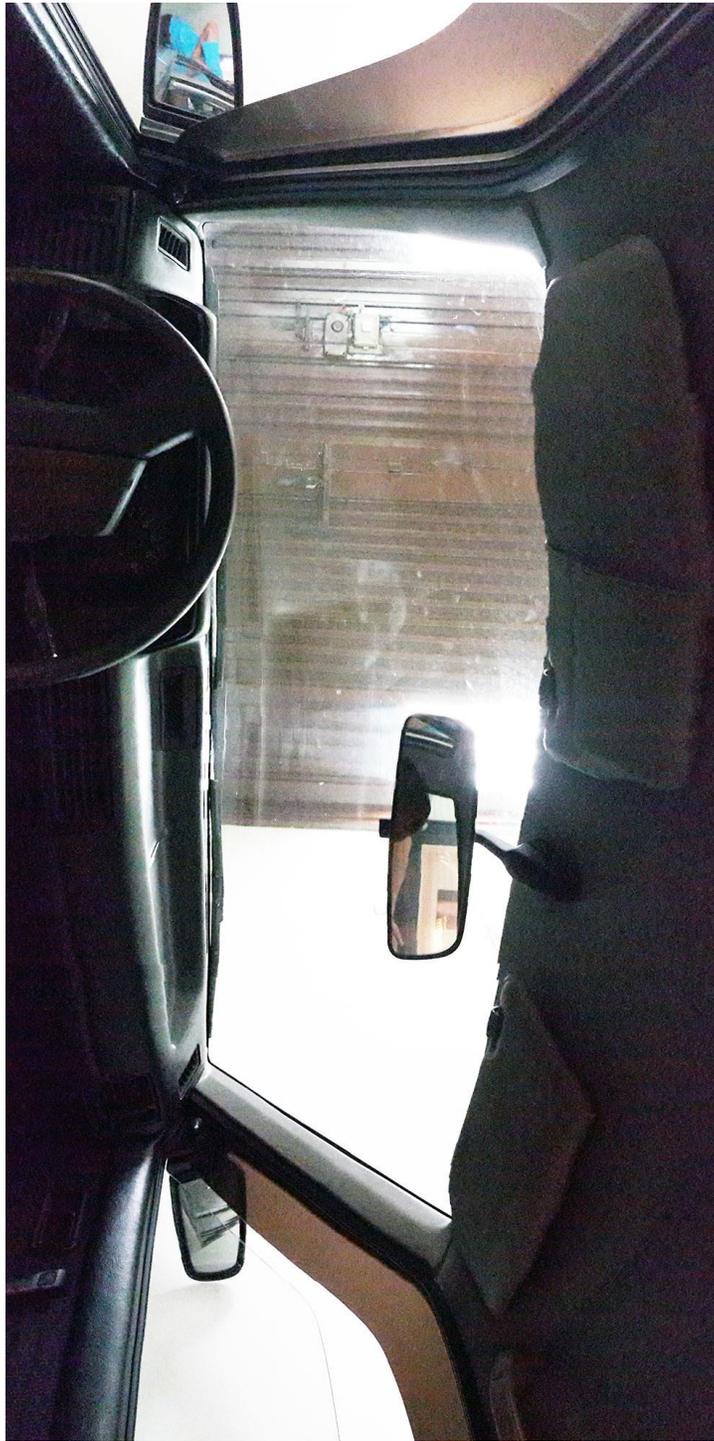
**Figura 2 Foto 2 Cabina**



**Figura 3 Foto 3 Cabina**



**Figura 4 Foto 4 Cabina**



**Figura 5 Foto 5 Cabina**

## **B.2. Bosquejos en Papel y Lápiz**

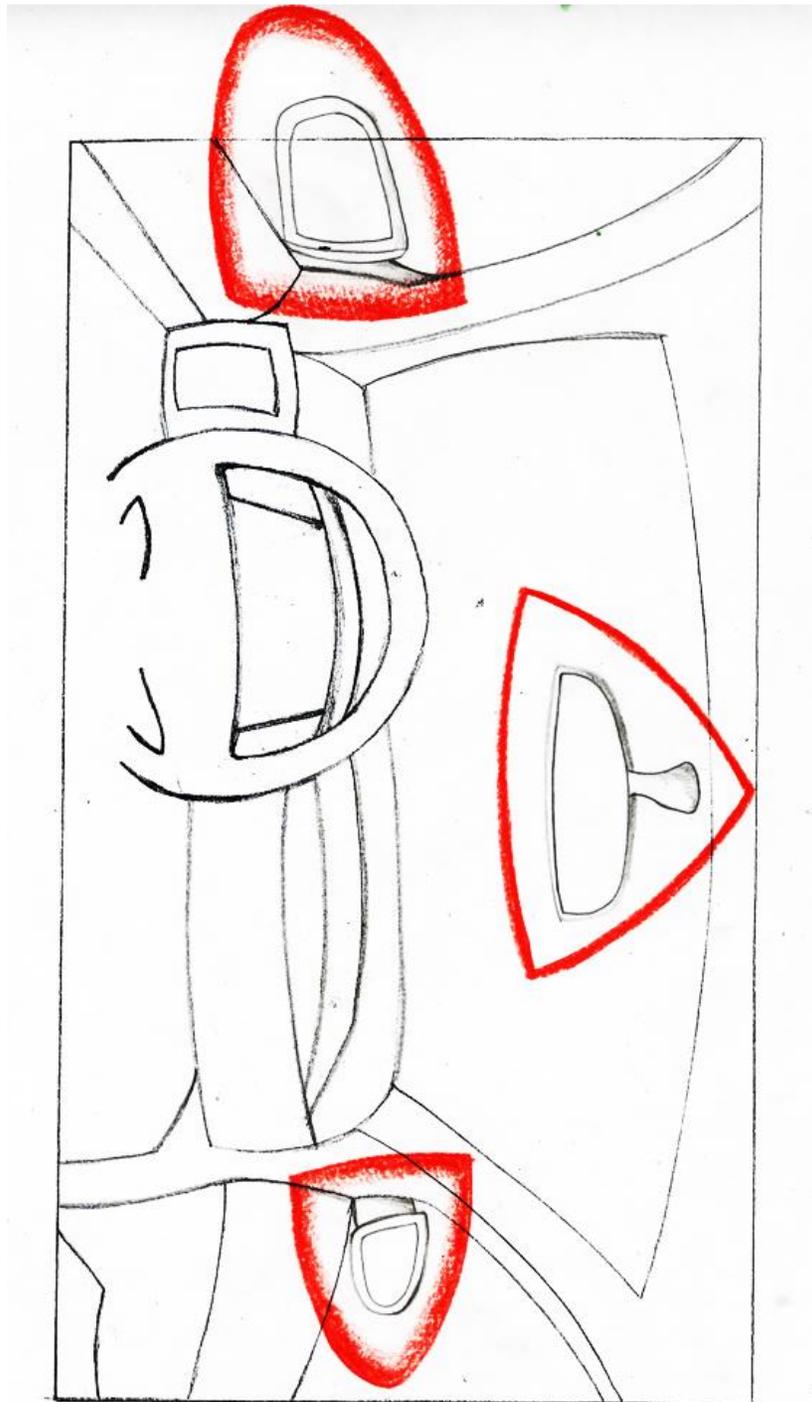
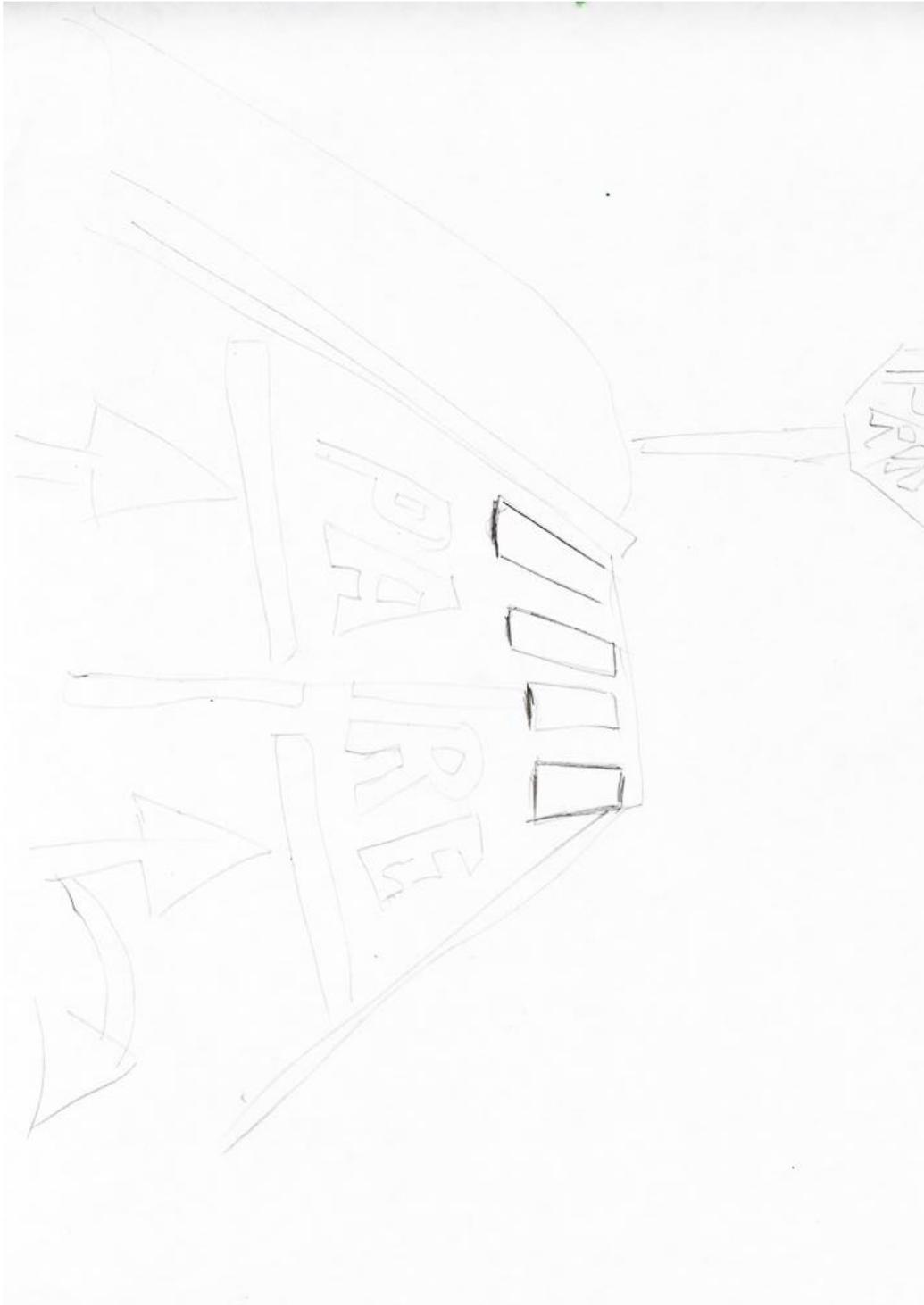
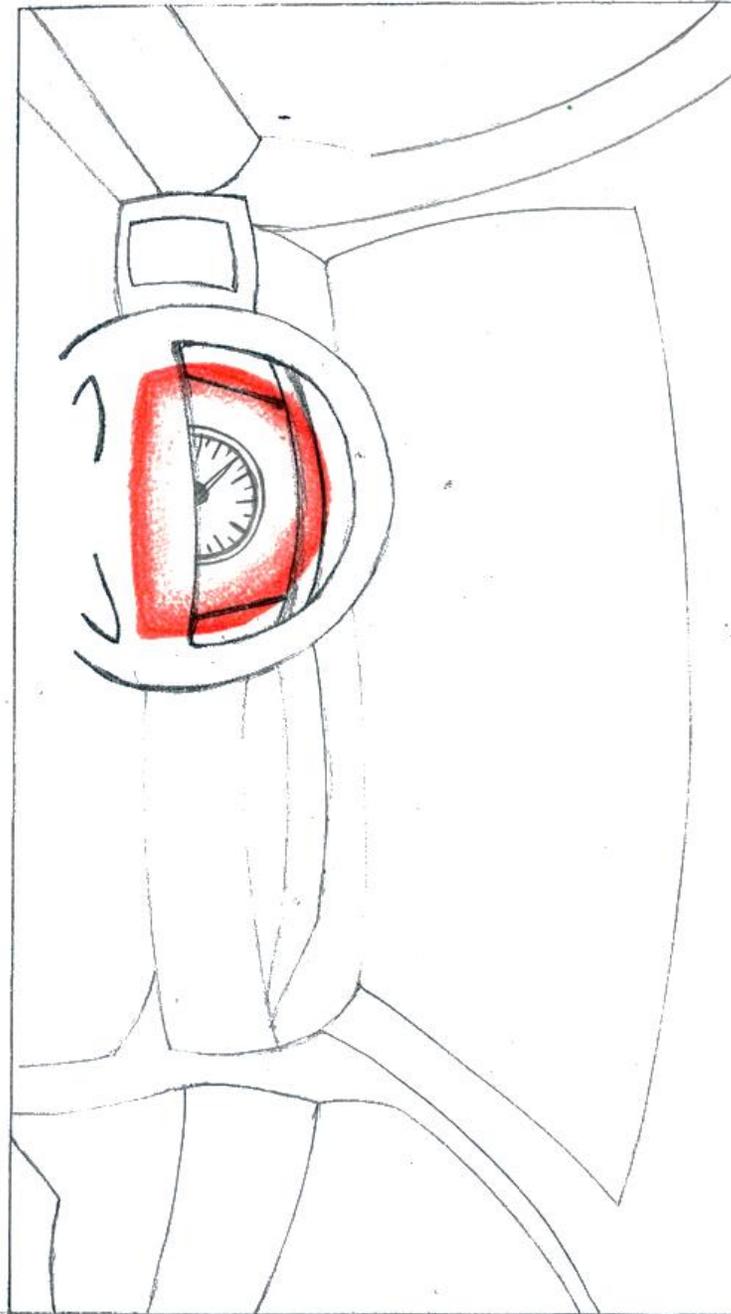


Figura 6 Bosquejo Espejos retrovisores



**Figura 7 Bosquejo Señales de transito**



**Figura 8 Bosquejo velocímetro**

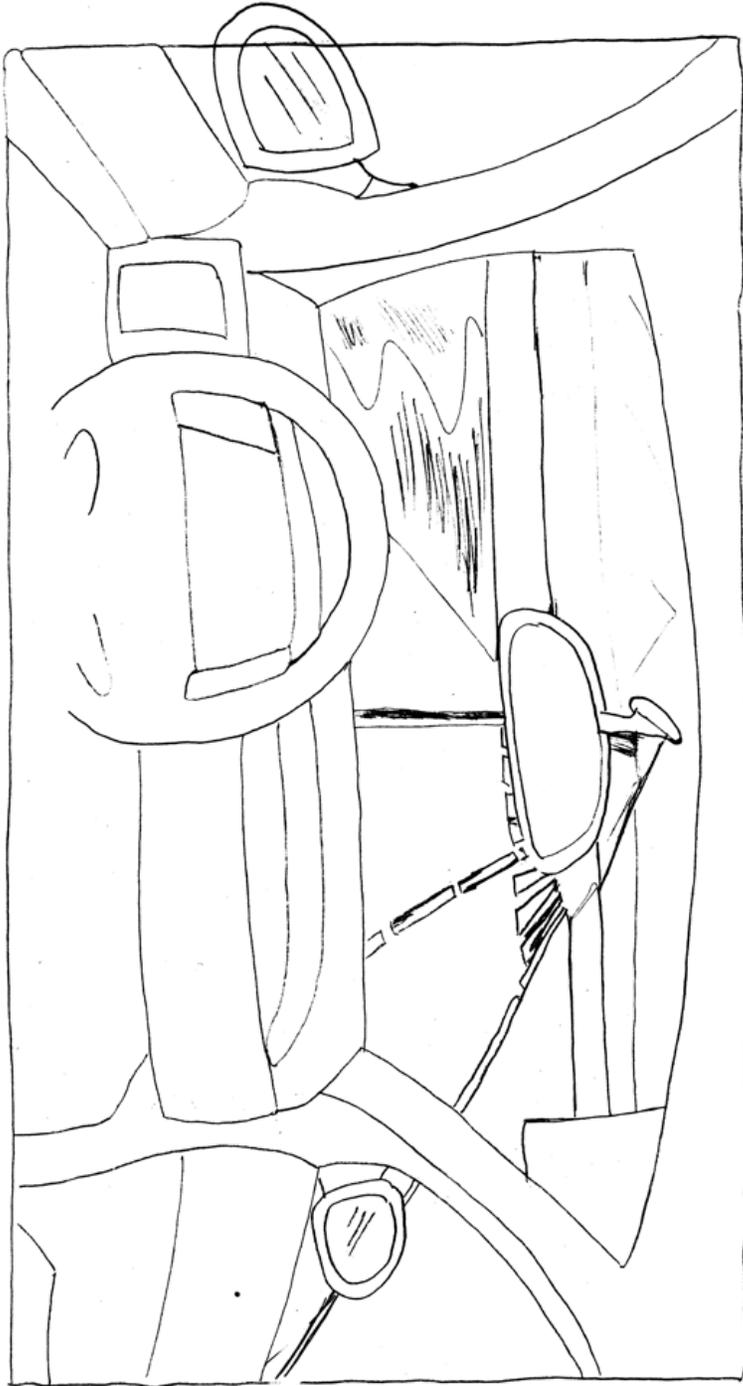


Figura 9 Bosquejo sonido

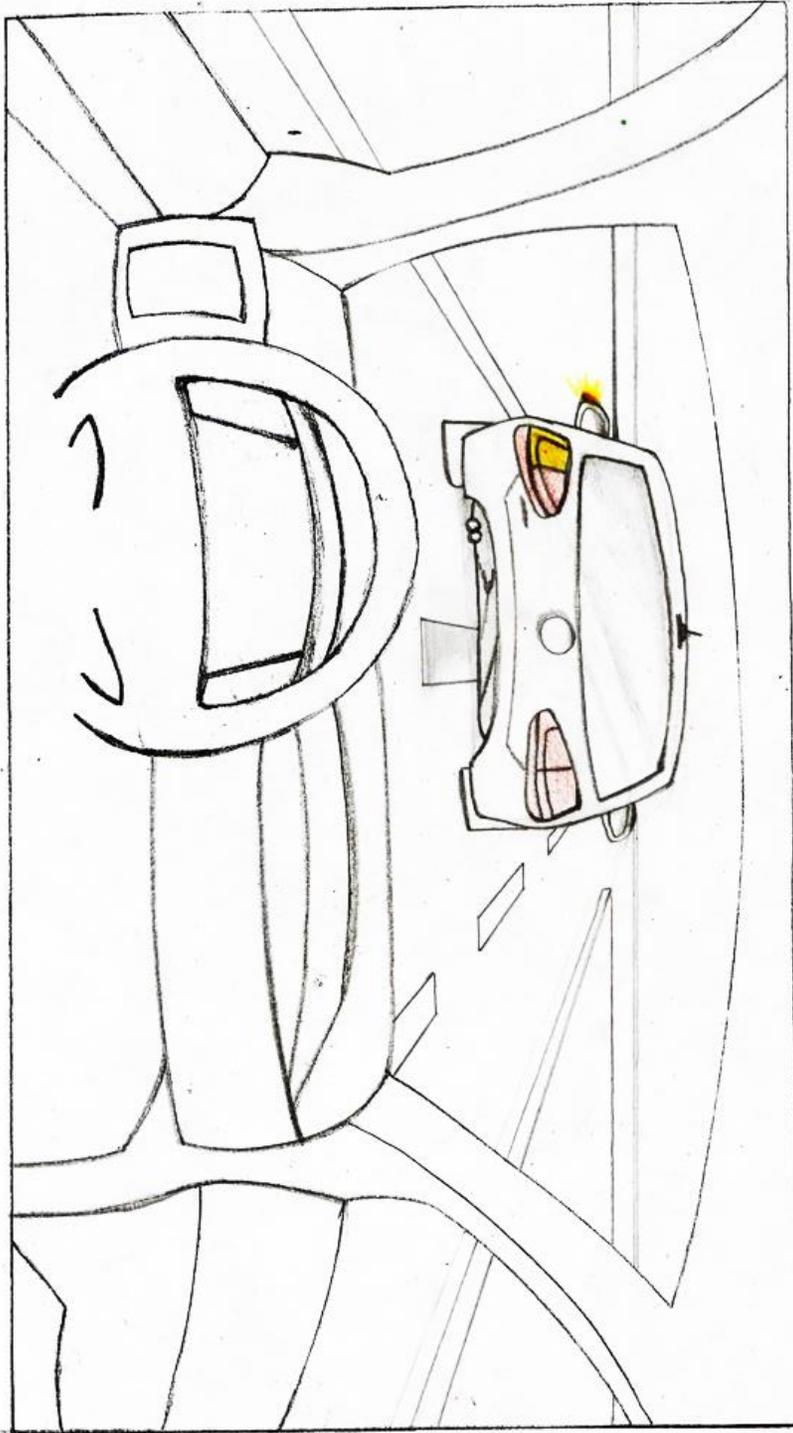


Figura 10 Bosquejo luces traseras

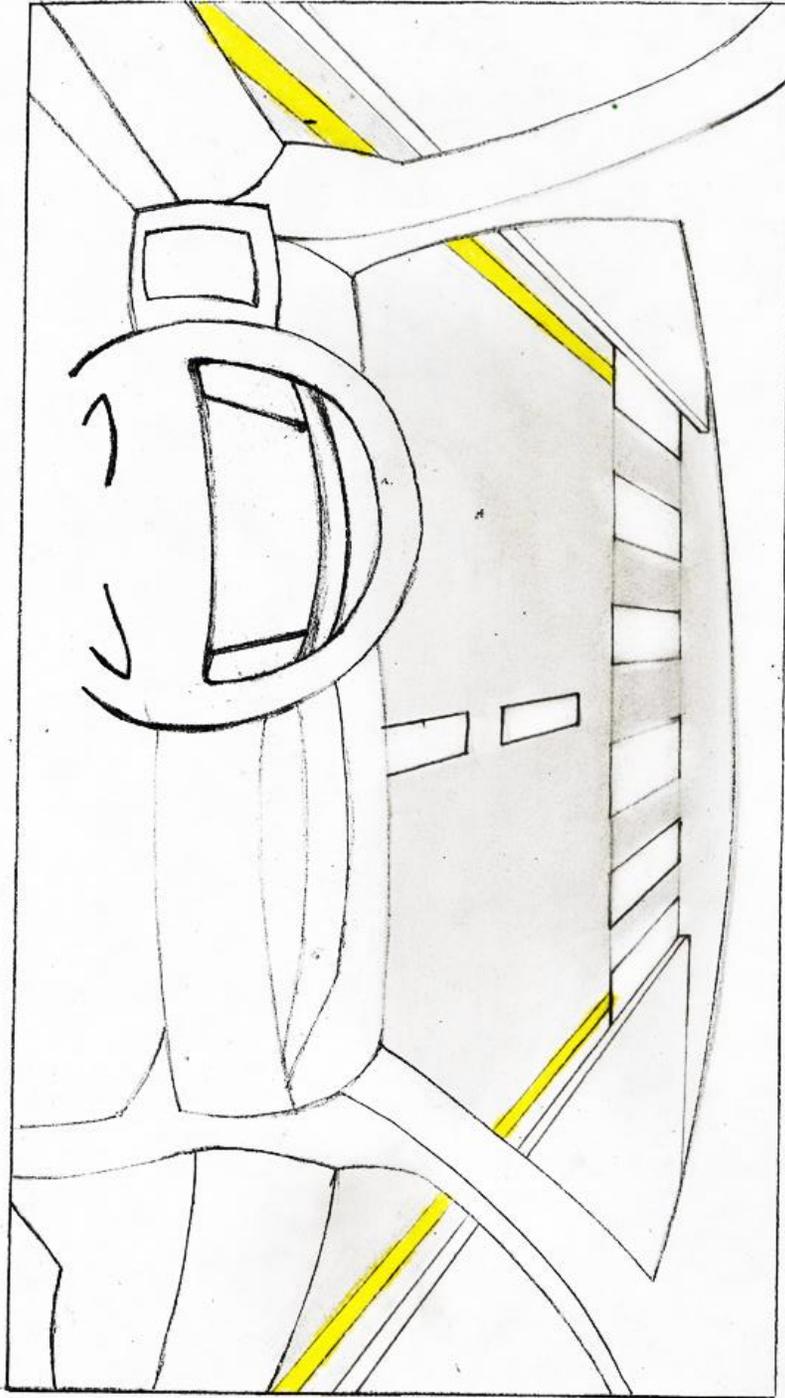
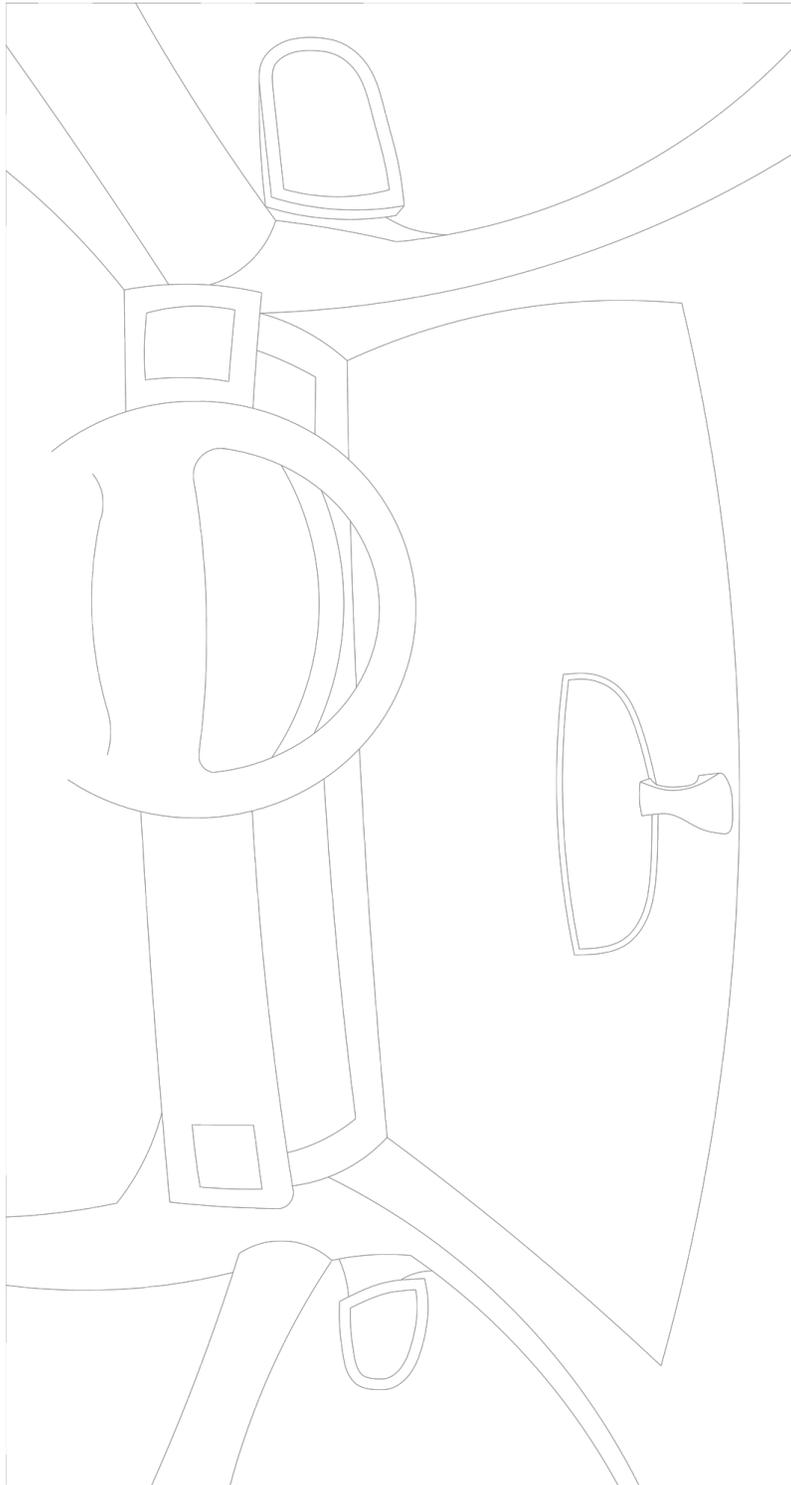


Figura 11 Bosquejo textura

### **B.3. Bosquejos Digitales**



**Figura 12 Bosquejo digital espejos**

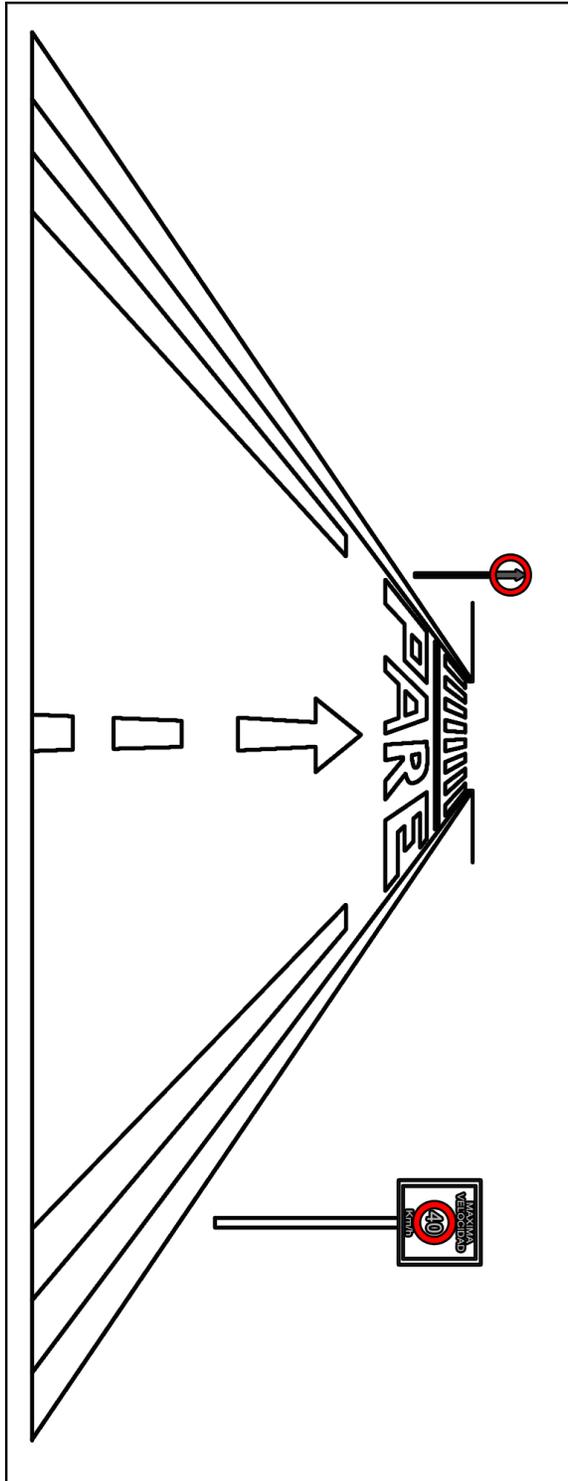
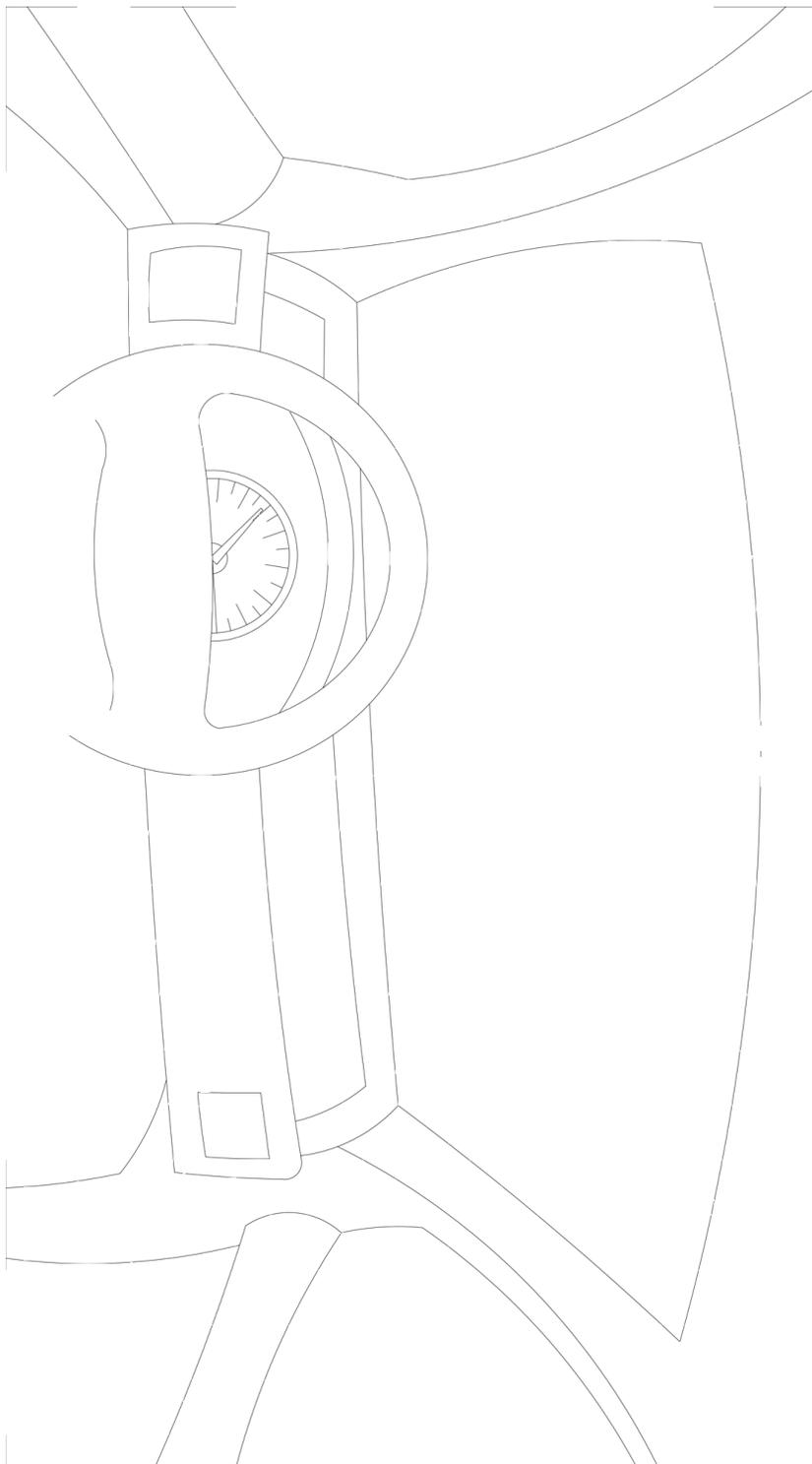
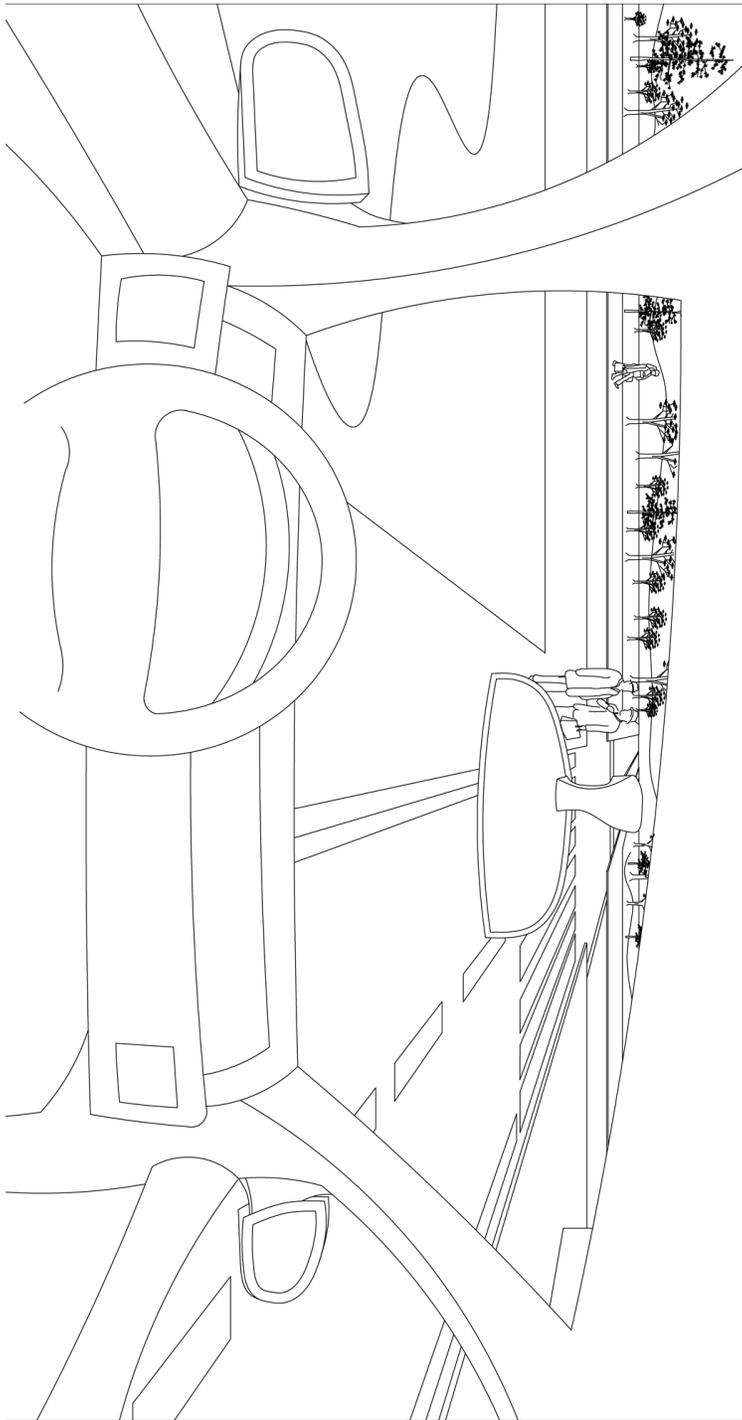


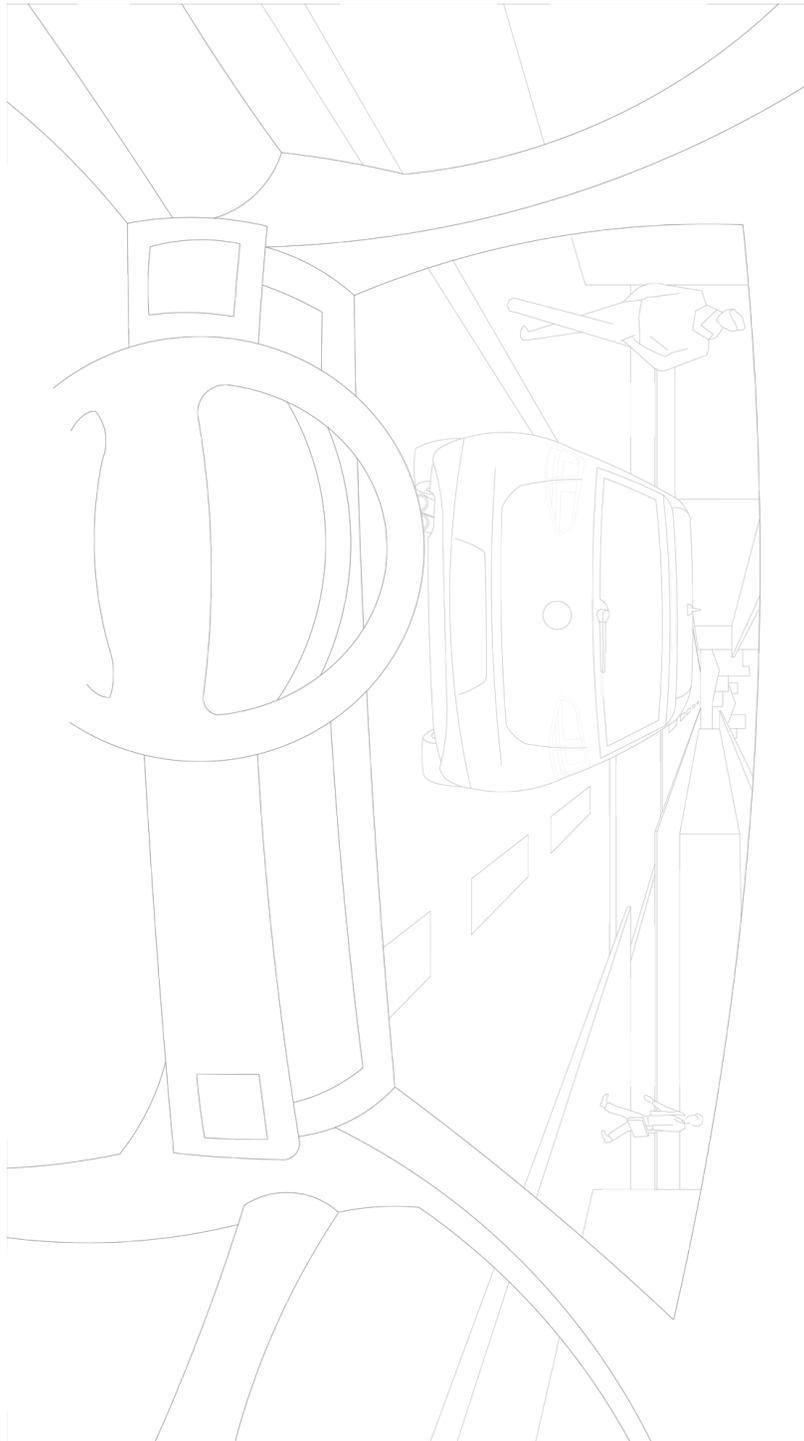
Figura 13 Bosquejo digital señales de tránsito



**Figura 14 Bosquejo digital velocímetro**



**Figura 15 Bosquejo digital sonido**



**Figura 16 Bosquejo digital luces**

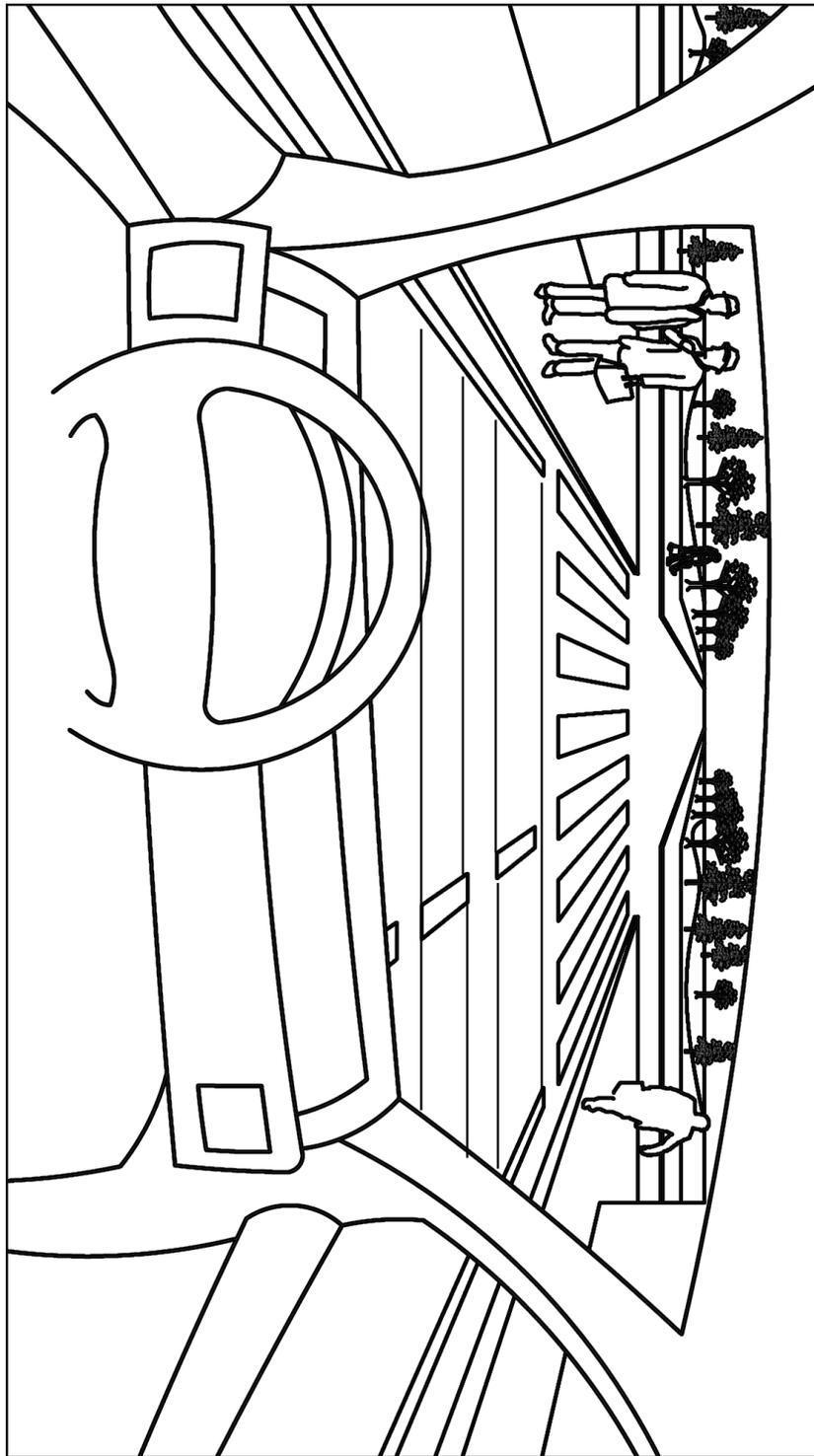


Figura 17 Bosquejos digitales texturas

### **B.3. Prototipos Digitales**

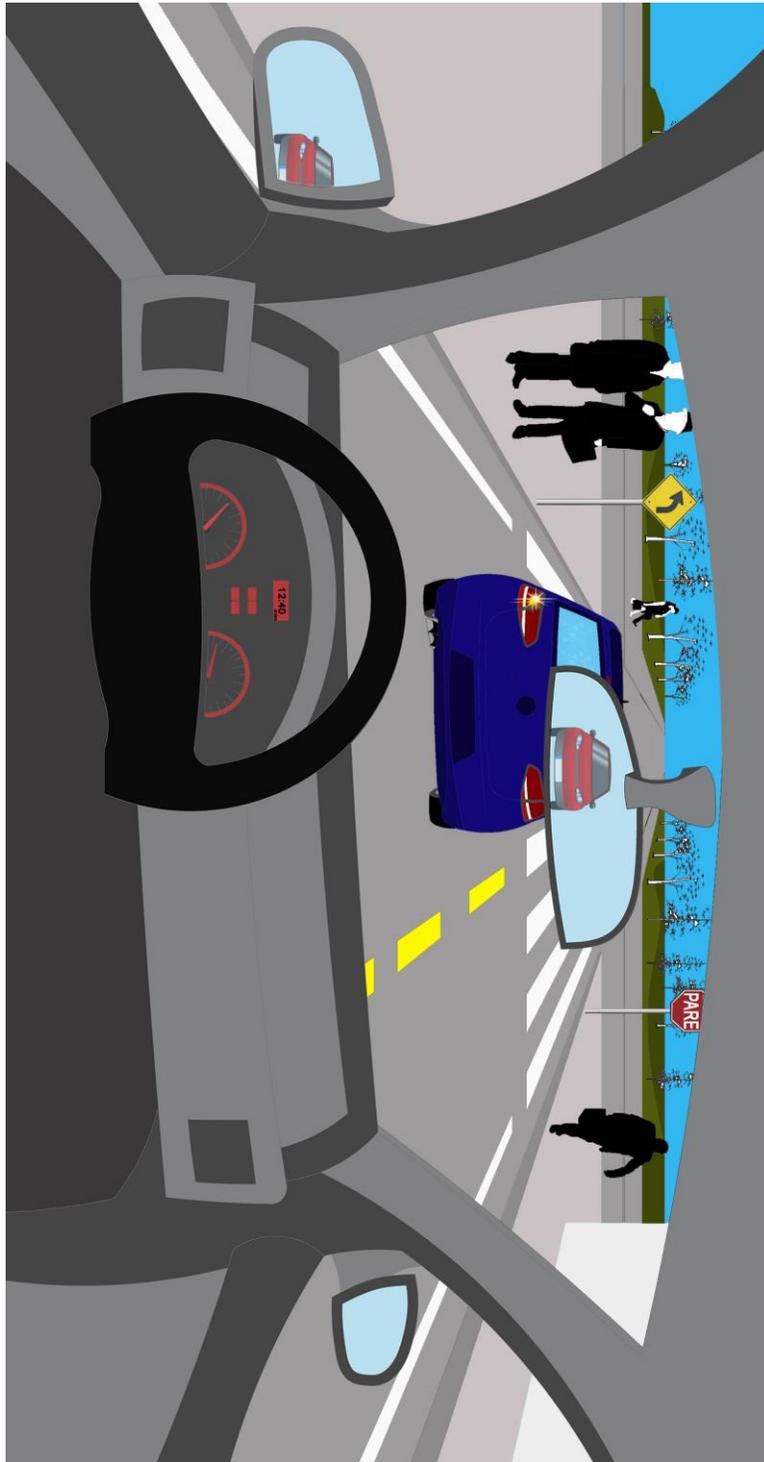
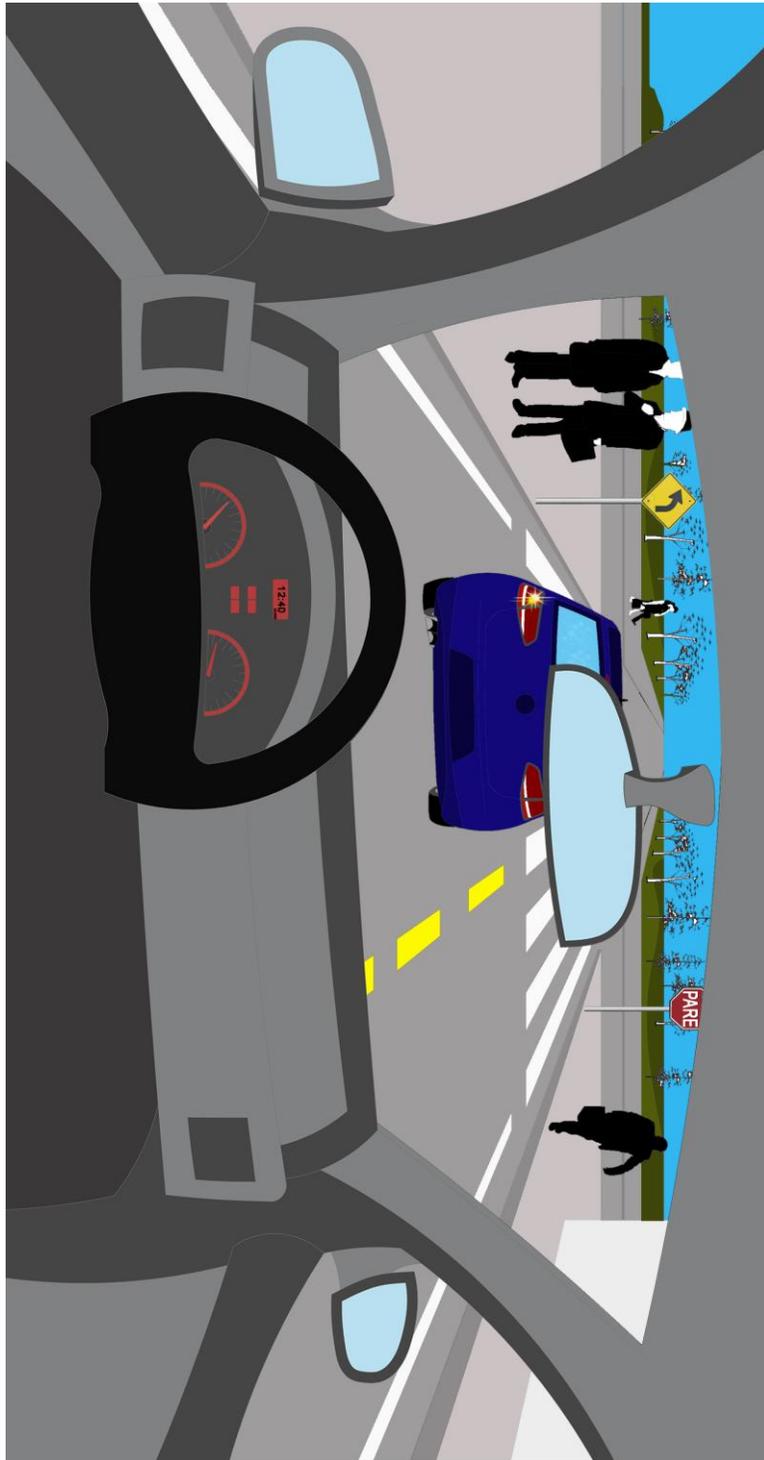


Figura 18 Prototipo espejos



**Figura 19 Prototipo señales de tránsito**

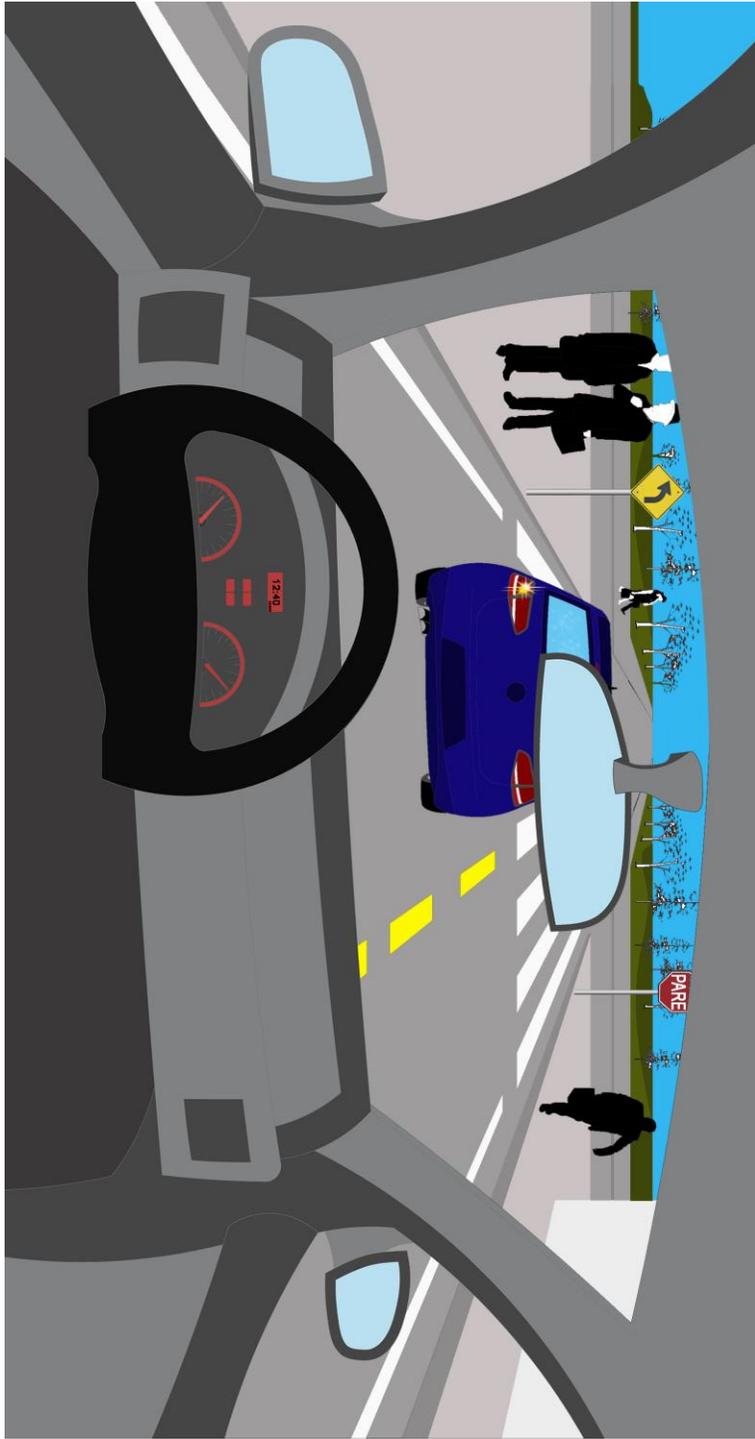
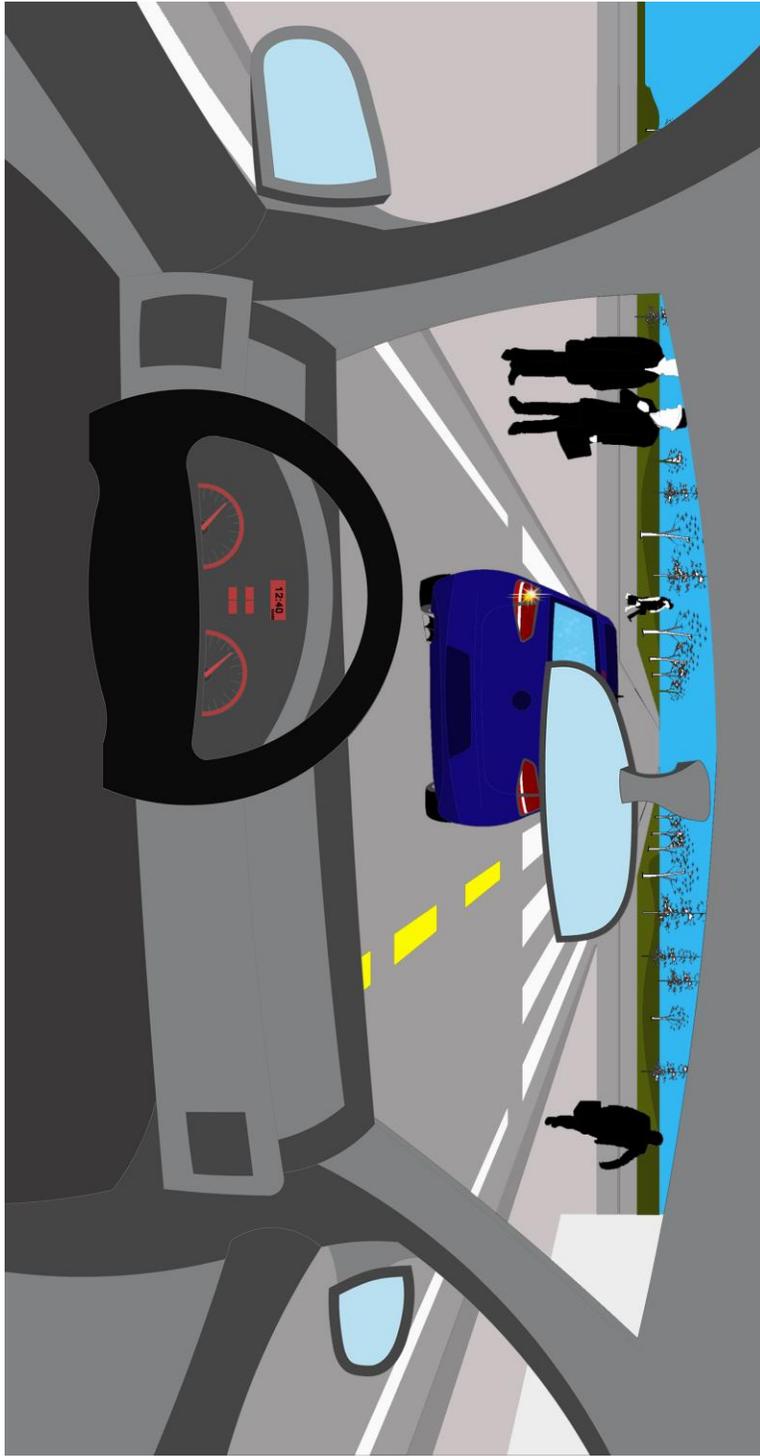


Figura 20 Prototipo Velocímetro



Figura 21 Prototipo Sonido



**Figura 22 Prototipo luces traseras - direccional**

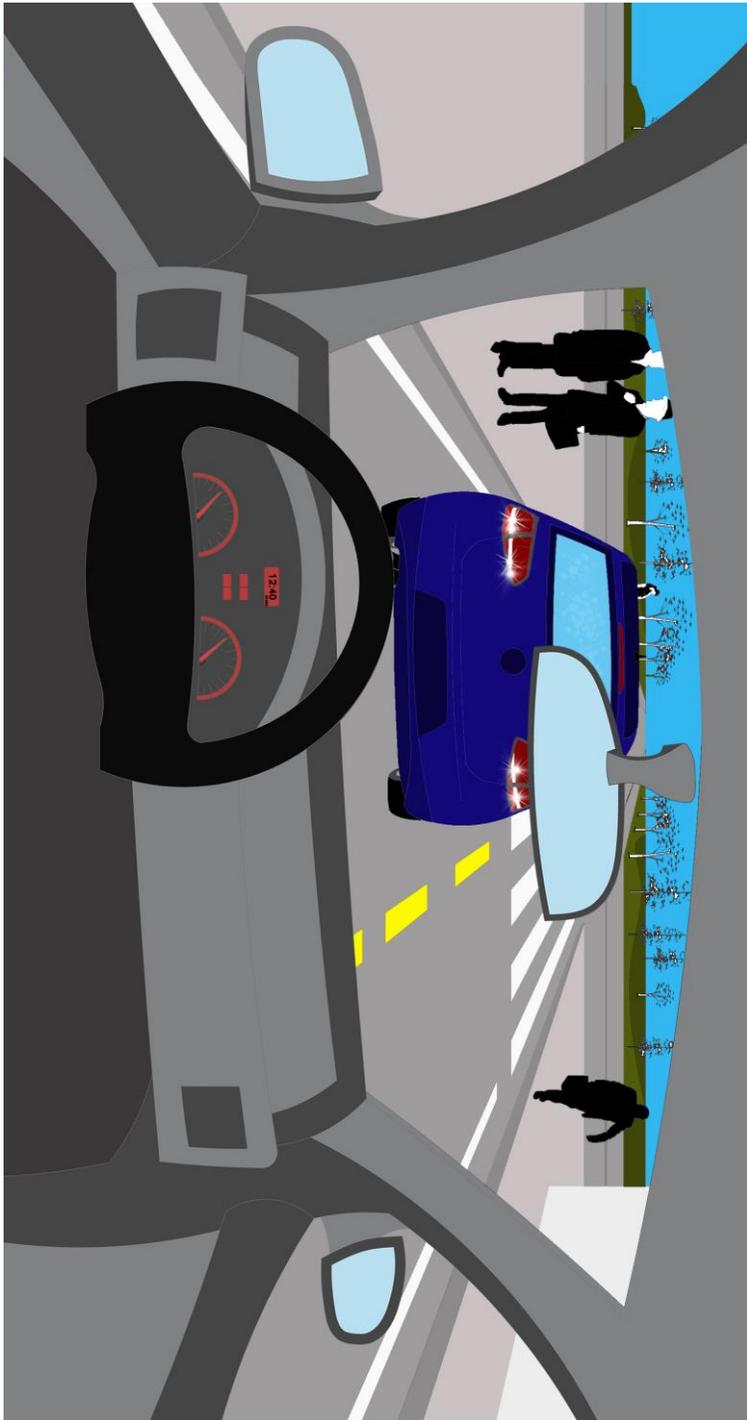


Figura 23 Prototipo luces traseras - reversa

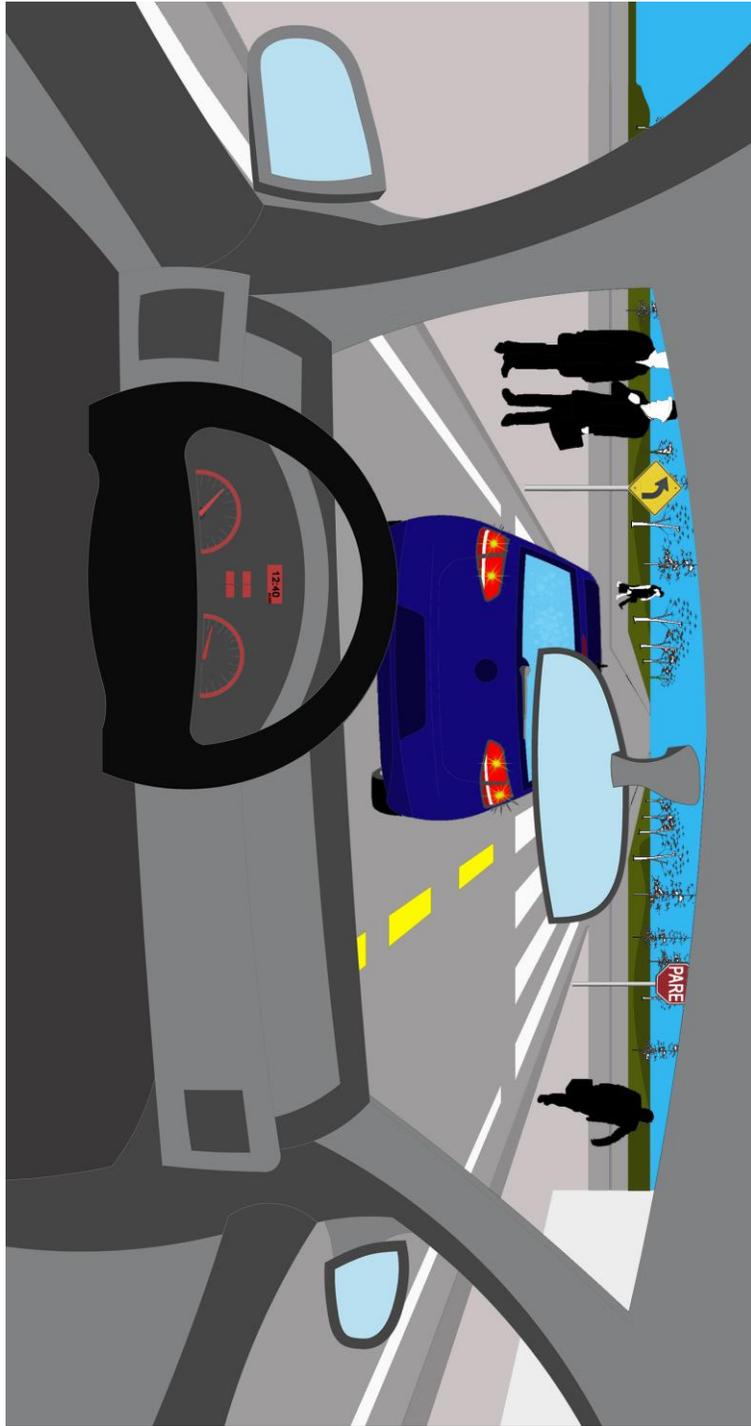


Figura 24 Prototipo luces traseras - freno

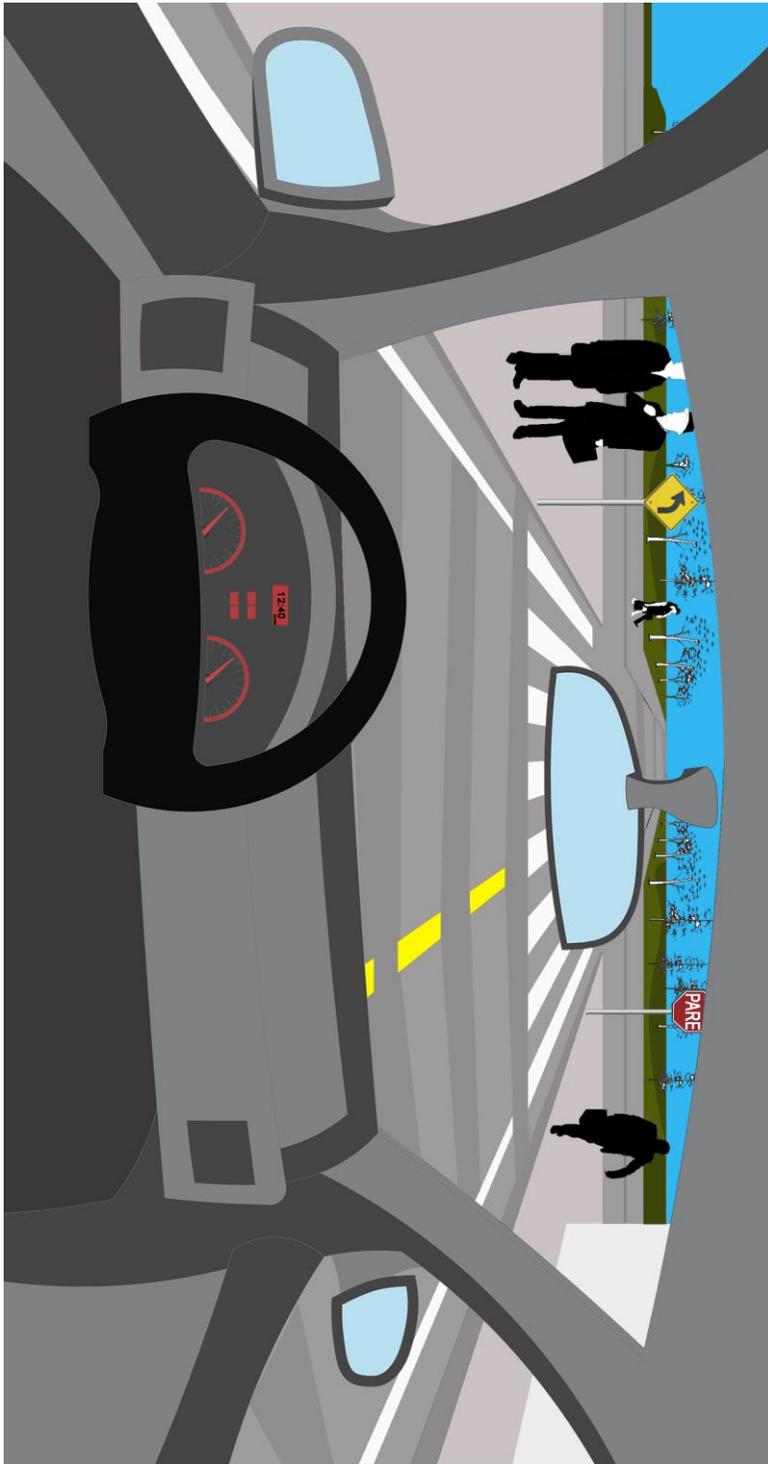


Figura 25 Prototipo texturas

# ANEXO C. Documentación del Proceso de Validación

## C.1. Cuestionario

| Evaluación de prototipos   |             |                    |       |                             |           |
|----------------------------|-------------|--------------------|-------|-----------------------------|-----------|
|                            |             |                    |       | FECHA:                      |           |
| NOMBRE EVALUADOR:          |             |                    |       |                             |           |
| EDAD:                      | Menor a 20  | 20-40              | 40-60 | Mayor a 60                  |           |
| ESTUDIOS:                  | PROFESIONAL | ESPECIALIZACIÓN    |       | MAGISTER                    | DOCTORADO |
| EXPERIENCIA EN CONDUCCIÓN: | OCASIONAL   | UNA VEZ POR SEMANA |       | TODOS LOS DIAS DE LA SEMANA |           |

### INFORMACIÓN GENERAL:

El término Awareness se concibe como la capacidad de percibir, sentir y saber lo que está pasando, para así crear conocimiento inmediato e implícito dentro del entorno. Es necesario aclarar que el Awareness se encuentra presente tanto en entornos físicos como virtuales, y en este caso, ese concepto es aplicado dentro del simulador DISEUTS, un sistema de simulación de tráfico.

Los prototipos de interfaz simulan la conducción de un vehículo sobre un entorno de tráfico con aspectos realistas. Se realizó un esfuerzo por presentar una interfaz gráfica similar a la real, la cual permite realizar tareas cotidianas de conducción (Acelerar, desacelerar, realizar el cambio de carril, detenerse ante un semáforo, entre otras).

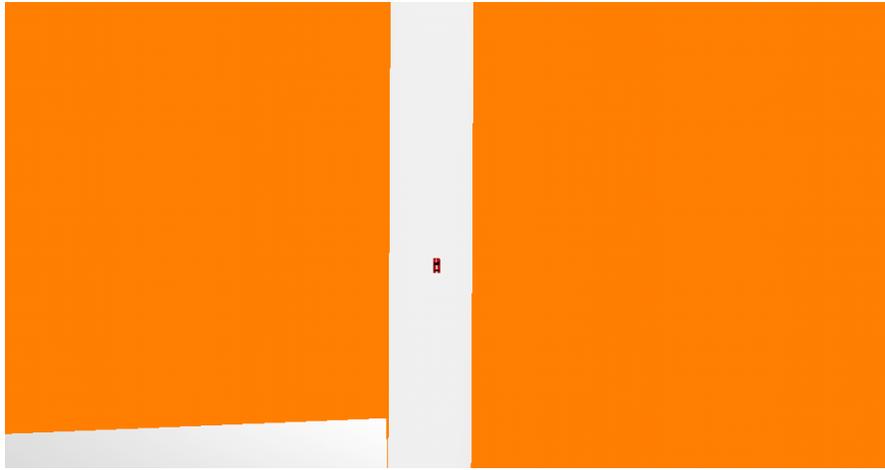
### FINALIDAD:

Este cuestionario es diseñado con el fin de evaluar la usabilidad en los prototipos de la nueva interfaz del simulador de conducción para el sistema DISEUTS<sup>1</sup>. La nueva interfaz cuenta con mecanismos de awareness incorporados en busca de mejoras en la facilidad de uso. Es importante tener en cuenta que cada evaluador experimenta tareas de conducción en la vida real, mediante prototipos de interfaz. A continuación, en las Figuras 1-3 se puede visualizar la apariencia de la

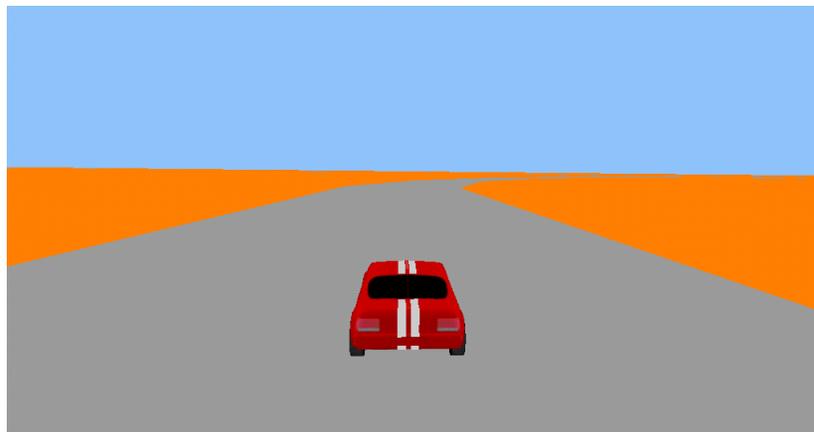
---

<sup>1</sup> DISEUTS(Development of an Interactive Simulation Environment for Urban Traffic Systems) : Es un proyecto realizado por investigadores de la Universidad de Nevada, que formula un sistema interactivo basado en un entorno de simulación de tráfico.

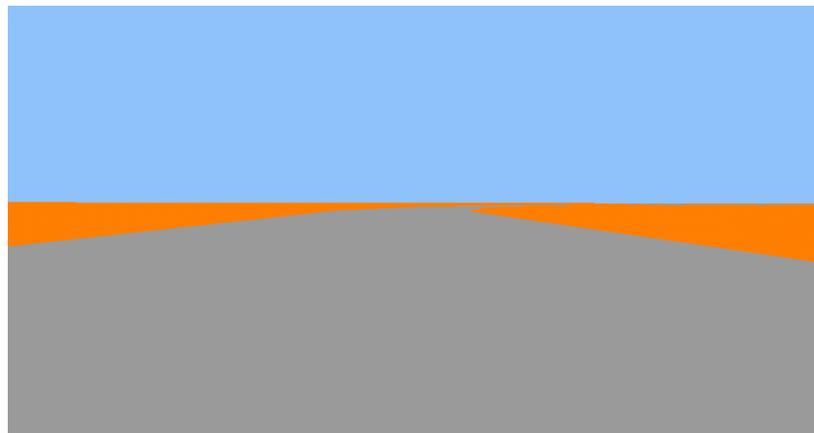
antigua interfaz para que se puedan evidenciar de una mejor manera los cambios realizados en la nueva interfaz.



**Figura 26 Panorámica simulador de conducción.**



**Figura 27 Tercera persona simulador de conducción.**



**Figura 28. Primera persona simulador de conducción.**

## INSTRUCCIONES:

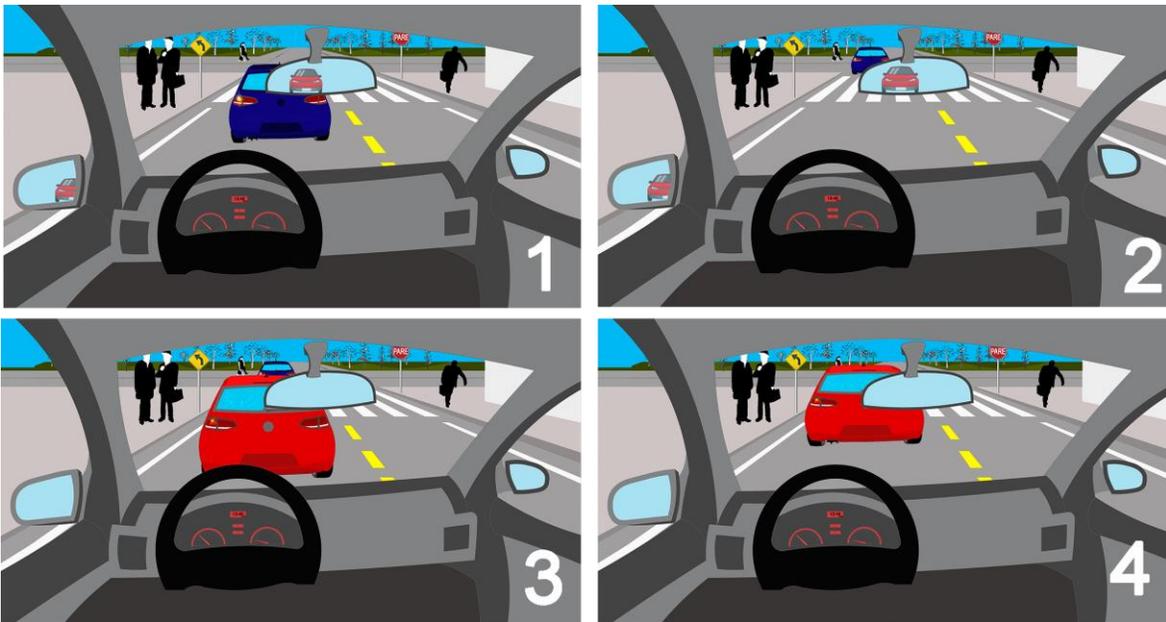
|    |   |
|----|---|
| 1. | De acuerdo con las siguientes preguntas, seleccione la opción más adecuada según su criterio. Tenga en cuenta que cada opción se puntúa de 1-5 (Puntuación más baja (1) – Puntuación más alta (5)). |
| 2. | Tenga en cuenta que los prototipos presentados fueron diseñados pensando en que usted actúa como usuario conductor dentro de una cabina de un automóvil   |
| 3. | Tenga en cuenta que los prototipos presentados DEBEN conservar similitud con elementos de la realidad al conducir un vehículo.  |
| 4  | Cada pregunta contiene un prototipo que incorpora un mecanismo de awareness acompañado de una descripción. Es necesario revisarlos antes de concretar su respuesta.                                 |

## PREGUNTAS:

**Descripción:** Los espejos retrovisores son dispositivos en actualización constante, estos mantienen informado al usuario acerca de lo que sucede en el entorno detrás del vehículo simulado. Los espejos se encuentran ubicados en los costados de la cabina del vehículo y un espejo retrovisor ubicado en la parte del parabrisas. El prototipo describe en cuatro pasos como se mantiene informado al usuario mediante la secuencia de imágenes.

El siguiente prototipo, mediante el mecanismo de espejos retrovisores permite conocer la posición actual del vehículo dentro del entorno.

## Prototipo



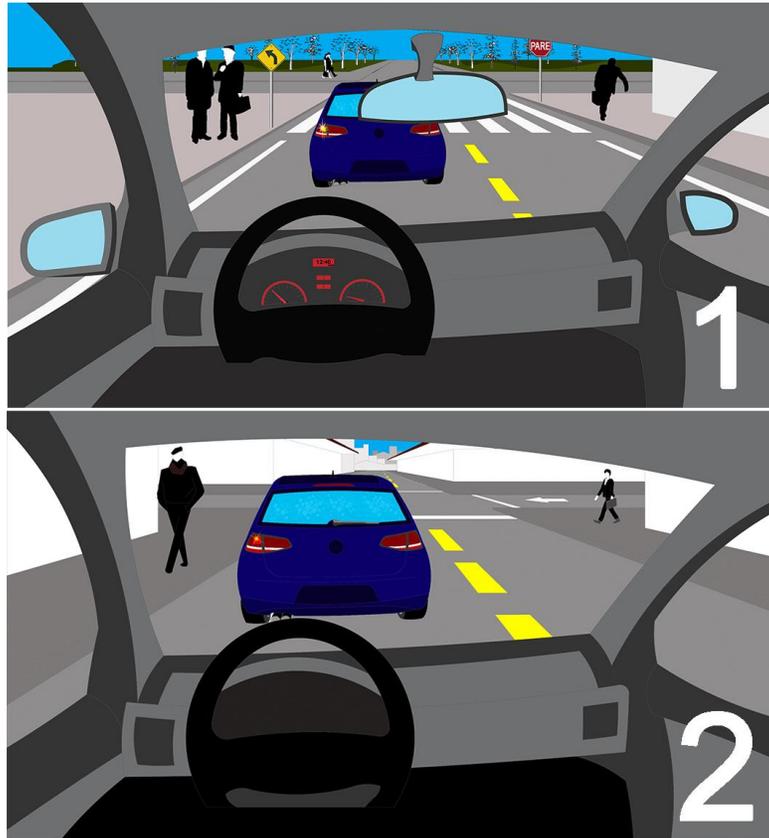
1. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función de espejos retrovisores?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** Las señales de tránsito son elementos del entorno real, proporcionan la información importante acerca del entorno, por ejemplo, nos permiten conocer las direcciones de las vías, número de carriles, señales de pare, semáforos, etc. Las señales de tránsito se encuentran inmersas en las dos imágenes del prototipo.

El prototipo siguiente, muestra claramente elementos de la carretera como: Señales de tránsito, señalización en la carretera, cebras, giro a derecha, giro a la izquierda, zona escolar, etc.

**Prototipo:**



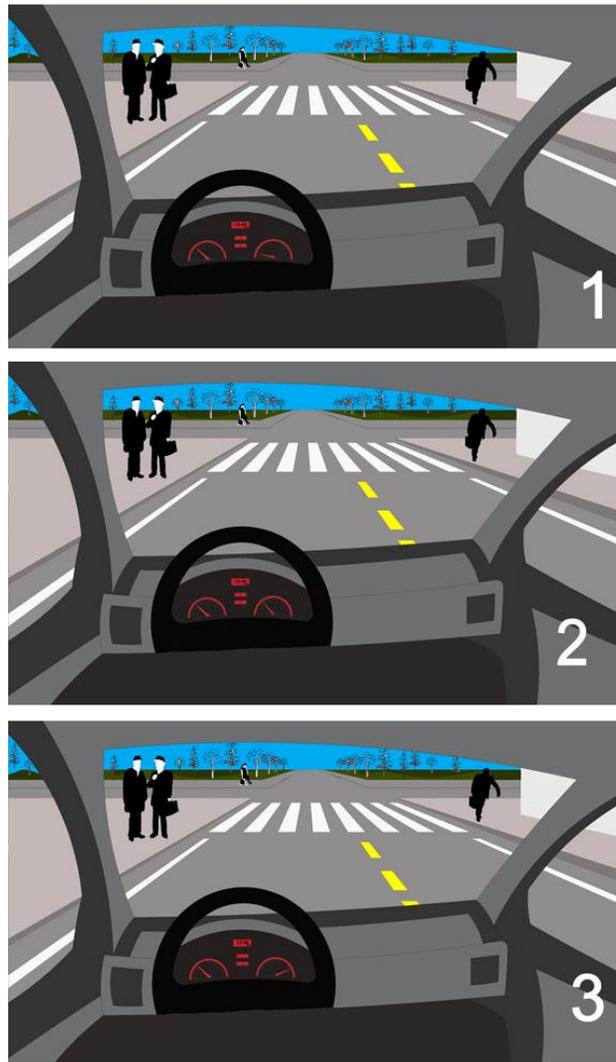
2. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función de las señales de tránsito?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** El velocímetro brinda la información correspondiente a la velocidad con la que el vehículo se mueve. El velocímetro se encuentra en el panel central delineado con color rojo. En las tres imágenes del prototipo, se ilustran los cambios de velocidad del automóvil.

El prototipo siguiente, muestra claramente los cambios de velocidad que tiene el vehículo al acelerar o desacelerar.

**Prototipo:**



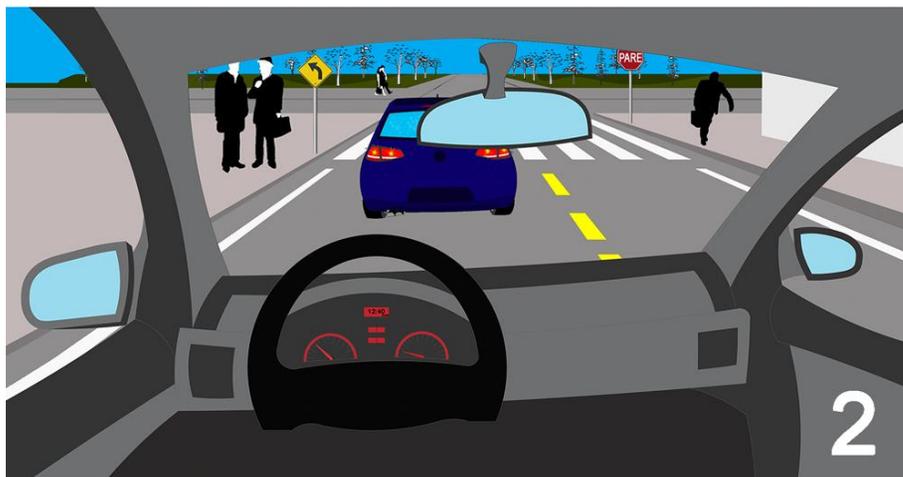
3. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con función de velocímetro?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** Las luces traseras son elementos importantes en la vida real debido a que permiten conocer información acerca de los vehículos circundantes. Las luces traseras de un vehículo son elementos lumínicos y se encuentran compuestas por: la luz de reversa (Blanca), la luz de direccional (Amarilla) y la de freno (Roja). La secuencia de imágenes del prototipo ilustra la acción del freno por parte del vehículo de color azul.

El siguiente prototipo, permite conocer los cambios de velocidad que sufren los otros vehículos (próximos al vehículo simulado).

**Prototipo:**



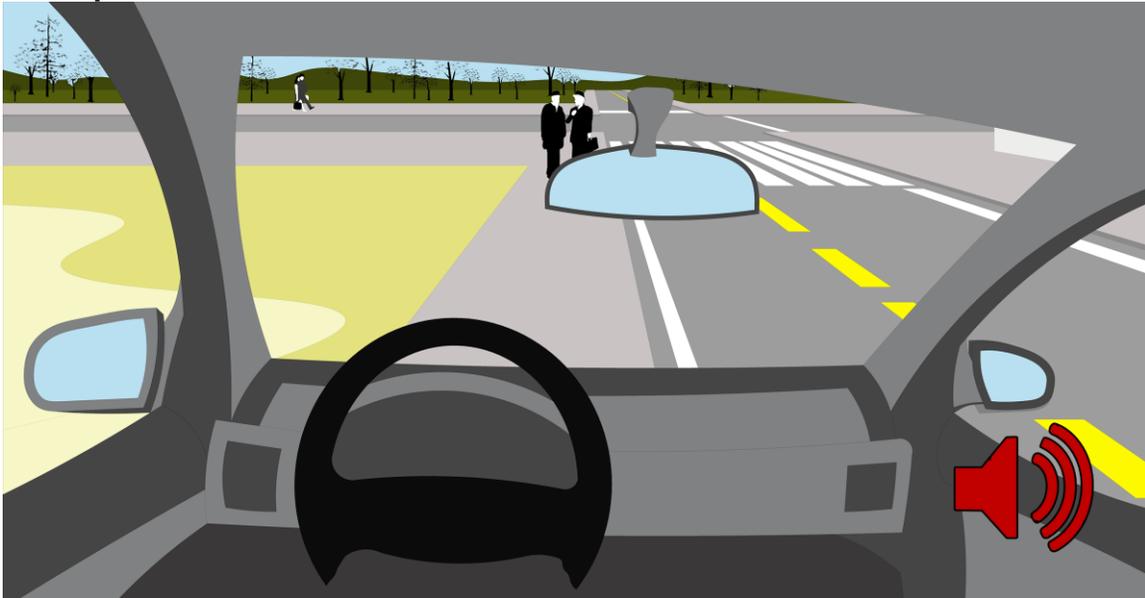
4. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función de las luces de freno?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** En la vida real al igual que dentro del simulador, un vehículo puede transitar por cualquier parte dentro del entorno. Es por esto que, si el vehículo simulado se encuentra por fuera de la carretera el sistema emitirá un sonido, como es presentado en el prototipo.

El siguiente prototipo, permite conocer cuándo el vehículo simulado se sale de la carretera.

**Prototipo:**



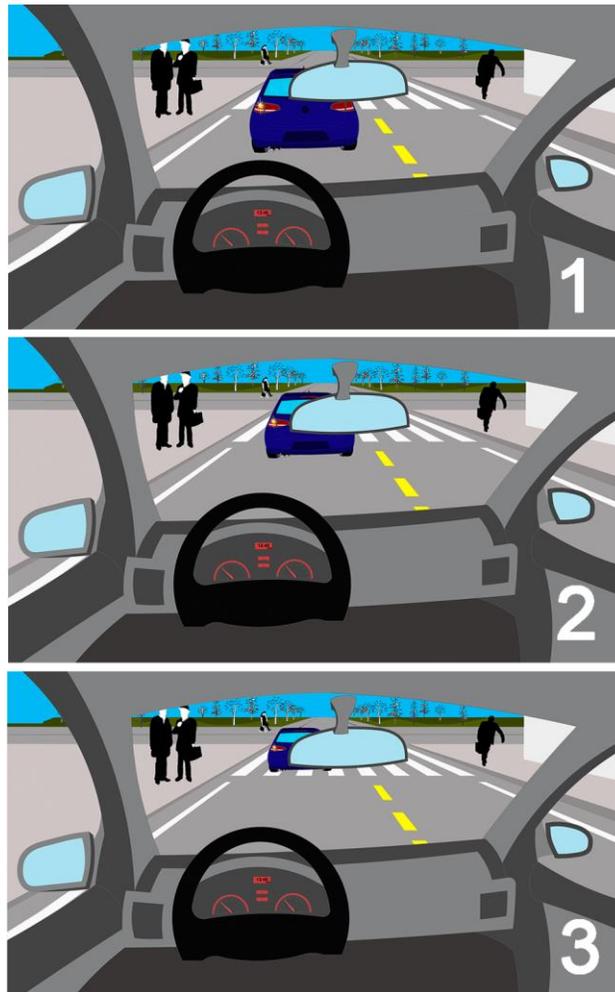
5. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función del sonido?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** Las luces traseras son elementos importantes en la vida real debido a que permiten conocer información acerca de los vehículos circundantes. Las luces traseras de un vehículo se encuentran compuestas por: la luz de reversa (Blanca), la luz de direccional (Amarilla) y la de freno (Roja). La secuencia de imágenes del prototipo ilustra la acción del direccional por parte del vehículo de color azul.

El siguiente prototipo, permite conocer cuándo el vehículo que está delante del vehículo simulado cambia de carril.

**Prototipo:**



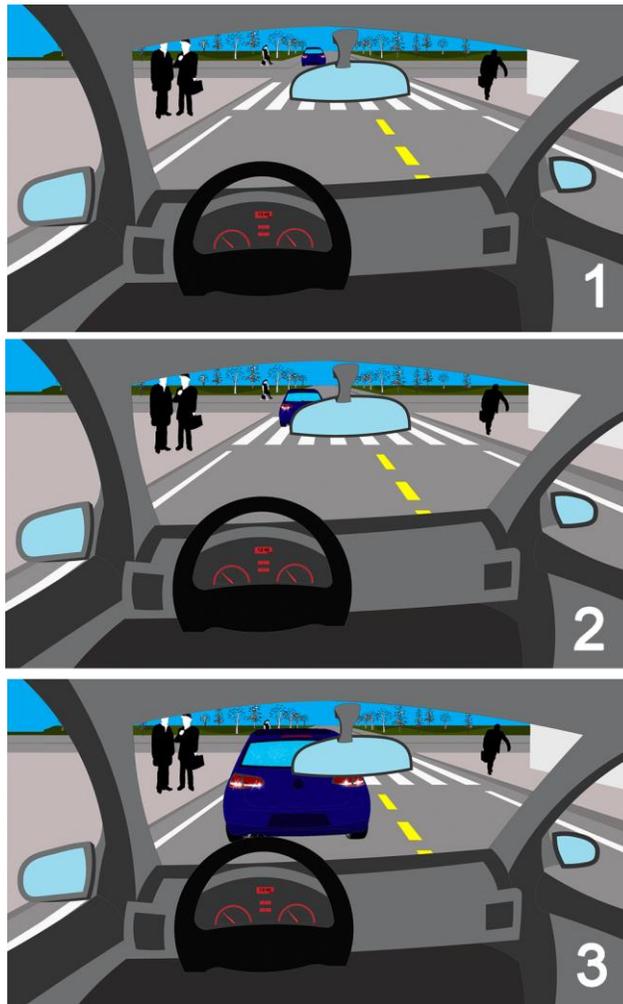
6. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función de las luces direccionales?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** Las luces traseras son elementos importantes en la vida real debido a que permiten conocer información acerca de los vehículos circundantes. Las luces traseras de un vehículo se encuentran compuestas por: la luz de reversa(Blanca), la luz de direccional(Amarilla) y la de freno(Roja). La secuencia de imágenes del prototipo ilustra la acción de la luz de reversa por parte del vehículo de color azul.

La nueva interfaz, le permite conocer cuándo el vehículo que está delante del vehículo simulado se encuentra en reversa.

**Prototipos:**



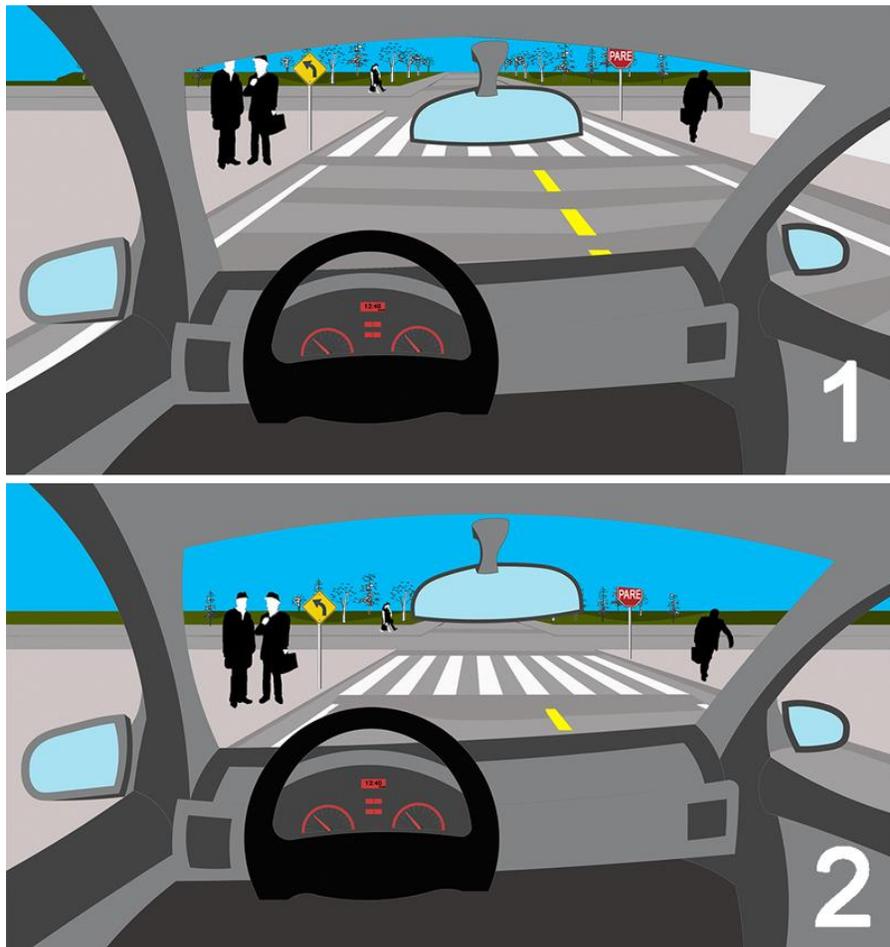
7. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función de las luces de reversa?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

**Descripción:** Las texturas del entorno son elementos importantes en la carretera sobre la que transita o navega el automóvil simulado, permitiendo conocer la información acerca del movimiento del vehículo. Estas texturas son elementos que indican al usuario su movimiento dentro del mapa, recreando el avance del vehículo y generando la sensación de movimiento. El prototipo describe en dos pasos como se mantiene informado al usuario mediante la secuencia de imágenes.

La nueva interfaz, permite conocer en qué momento el vehículo está en movimiento.

**Prototipos:**



8. ¿En qué medida considera Ud., que este prototipo cumple con la función de las texturas en el terreno?

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

## C.2. Resultados

Los resultados por grupo del cuestionario de evaluación de mecanismos son presentados en la tabla 6 y 7. Las preguntas 4.1, 4.2 y 4.3 son relacionadas con el mecanismo de luces traseras, por tal motivo se creó la fila de luces traseras que muestra el promedio de los resultados.

| Pregunta | Mecanismo de Awareness         | Grupo 1     |             |             |             |             |
|----------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          |                                | Evaluador 1 | Evaluador 2 | Evaluador 3 | Evaluador 4 | Evaluador 5 |
| 1        | Espejos Retrovisores           | 4           | 5           | 5           | 5           | 5           |
| 2        | Señales de tránsito            | 5           | 5           | 5           | 5           | 4           |
| 3        | Velocímetro                    | 5           | 5           | 5           | 5           | 3           |
| 4.1      | Luces Traseras - Freno         | 4           | 5           | 4           | 3           | 1           |
| 4.2      | Luces Traseras - Direccionales | 4           | 5           | 5           | 4           | 1           |
| 4.3      | Luces Traseras - Reversa       | 4           | 5           | 5           | 4           | 5           |
| 4        | Luces Traseras                 | 4           | 5           | 4,7         | 3,7         | 2,3         |
| 5        | Texturas en la vía             | 5           | 5           | 5           | 4           | 4           |
| 6        | Sonido                         | 4           | 4           | 5           | 4           | 2           |

**Tabla 2 Resultados grupo 1**

| Pregunta | Mecanismo de Awareness         | Grupo 2     |             |
|----------|--------------------------------|-------------|-------------|
|          |                                | Evaluador 6 | Evaluador 7 |
| 1        | Espejos Retrovisores           | 4           | 3           |
| 2        | Señales de tránsito            | 4           | 4           |
| 3        | Velocímetro                    | 3           | 2           |
| 4.1      | Luces Traseras - Freno         | 4           | 4           |
| 4.2      | Luces Traseras - Direccionales | 3           | 1           |
| 4.3      | Luces Traseras - Reversa       | 3           | 1           |
| 4        | Luces Traseras                 | 3,3         | 2           |
| 5        | Texturas en la vía             | 4           | 1           |
| 6        | Sonido                         | 4           | 2           |

**Tabla 3 Resultados grupo 2**

## **ANEXO D. Acuerdos.**

**D.1. Acuerdo de cooperación investigativa firmado entre la universidad del cauca y la universidad de nevada.**



## **ANEXO E. Publicaciones**

### **D.1. Method for Incorporating Awareness Mechanisms in Driving Simulation Environments**

## Referencias bibliográficas

- [1] S. E. Rudloff Parra, «Magister en Ingeniería Informática - Usabilidad en Mundos Virtuales,» Valparaíso, 2010.