

Análisis de metodologías para formación de conductores inexpertos en percepción del peligro: carreteras de montaña

Analysis of Methodologies for Inexperienced Drivers Training on Hazard Perception: Mountain Roads

María Soledad Segarra-Morales¹ Demiss Emanuel Conza Conza² Maribel Zenaida Zapata Bravo³
Diego Fernando Arévalo Maldonado⁴

¹<http://orcid.org/0000-0002-0250-5155>, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, mssegarra@utpl.edu.ec

²<https://orcid.org/0000-0001-7437-146X>, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, deconza@utpl.edu.ec

³<https://orcid.org/0000-0002-7337-2329>, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, mzapata@utpl.edu.ec

⁴<https://orcid.org/0000-0002-4169-6863>, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, dfarevalo@utpl.edu.ec

Fecha de recepción: 16/08/2020 - Fecha de aceptación del artículo: 22/10/2020



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: [DOI 10.18041/1794-4953/avances.2.6638](https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6638)

Cómo citar: Segarra, M., Conza Conza, D., Zapata Bravo, M., & Arévalo Maldonado, D. (2020). Análisis de metodologías para formación de conductores inexpertos en percepción del peligro: carreteras de montaña. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 17(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6638>

Resumen

El artículo presenta la aplicación de tres metodologías que buscan mejorar la percepción del peligro de conductores inexpertos en carreteras de montaña, mediante retroalimentación basada en fotografías, videos cortos y simulación de recorridos reales. Los escenarios de las tres metodologías se evaluaron con la metodología iRAP y estos resultados se compararon con la percepción del peligro percibida por los conductores inexpertos. La metodología iRAP califica las carreteras de 1 a 5 estrellas, donde 1 es la más peligrosa y 5 es la más segura. A tres grupos en formación se les aplicó una evaluación inicial, luego un proceso de formación mediante retroalimentación y, finalmente, una evaluación final. La aplicación de fotografías mejoró la percepción del peligro en carreteras más seguras (3 a 4 estrellas). Mediante videos, las mujeres reaccionaron mejor a la formación en percepción del peligro en carreteras más peligrosas (1 a 2 estrellas). Al aplicar simulación de recorridos reales, no hubo mejoras en la percepción del peligro. Se concluye que la aplicación de fotografías y videos son válidos, pero es preciso reforzar la formación de los conductores inexpertos para identificar elementos instigadores de riesgo en carreteras de montaña.

Palabras clave: carreteras de montaña, conductores inexpertos, formación, percepción del peligro.

Abstract

This article presents the application of three methodologies that seek to improve the hazard perception by inexperienced drivers on mountain roads. The methodologies apply training through feedback based on photographs, short videos, and simulation of real tours. The scenarios of the three methodologies were first evaluated with the iRAP methodology and these results were compared with the hazard perception perceived by inexperienced drivers. The iRAP methodology rates roads from 1 to 5 stars with 1 being the most hazardous and 5 being the safest. The three training groups underwent an initial evaluation, then a feedback training process, and finally a final evaluation. The photo application improved the hazard perception on safer roads (3 to 4 stars). Through videos, women reacted better to training in the perception of danger on more dangerous

roads (1 to 2 stars). When applying simulation of real routes, no improvements were obtained in the hazard perception. It can be concluded that the application of photographs and videos are valid, but it is necessary to reinforce the training of inexperienced drivers to identify elements that instigate hazard on mountain roads.

Keywords: mountain roads, inexperienced drivers, training, hazard perception.

Introducción

En el mundo, 1,35 millones de personas mueren anualmente a causa de accidentes de tráfico, al punto que es la octava causa de muerte según [1]. La Organización Mundial de la Salud manifiesta que el 90 % de las muertes por accidentes de tráfico ocurren en países de ingresos medios o bajos. Los traumatismos y las lesiones causadas por accidentes de tráfico son las principales causas de muerte en niños y adultos jóvenes de 5 a 29 años de edad [2]. En Latinoamérica, los países de Bolivia, Perú y Ecuador se encuentran en los primeros lugares con mayor tasa de accidentes en las vías y están relacionados con su infraestructura vial. [3]. El Ecuador tiene una tasa de accidentabilidad de 21,3; Colombia, de 18,5; Bolivia, de 15,5, y Perú, de 13,5 por cada 100.000 habitantes. La tasa de accidentabilidad máxima es de 27,5 en los países de bajos ingresos y de 8,5 por cada 100.000 habitantes en los países con altos ingresos [1]. En los países en vías de desarrollo, se sabe poco sobre las capacidades de percepción de peligro (PP) de los conductores, a pesar de que es aquí donde ocurren la mayor cantidad de muertes por accidentes de tráfico [4].

En términos generales, el peligro se asocia con objetos o con una situación que puede ocasionar daños. En seguridad vial, la PP se define como la capacidad de identificar y reaccionar ante elementos de riesgo que se presenten en las carreteras y en su entorno [5]. Dentro de las diferentes habilidades para conducir, en varios estudios se ha encontrado que la PP de los conductores está relacionada con los accidentes de tránsito [6], ya sean anteriores o posteriores [7]. Es una habilidad que se relaciona negativamente con el riesgo de sufrir accidentes [8]. Las pruebas de PP se asocian con el riesgo de accidentes y con los factores clave que provocan los accidentes de tráfico, como distracción, fatiga, consumo de alcohol, elección de la velocidad y disminuciones relacionadas con la edad de los conductores [9].

La prueba de PP es una medida válida del comportamiento de los conductores [10]. El propósito de las pruebas de PP en los conductores es determinar la habilidad de anticiparse [8]. Consiste en poder detectar y responder a eventos que tienen una alta probabilidad de producir un choque en una carretera [11]. Las pruebas de PP se han incorporado en las evaluaciones para otorgar licencia de conducir en algunos países desarrollados, como Reino Unido, Países Bajos y Australia [12]. Un estudio realizado por [13] sugiere la necesidad de aplicar estrategias adecuadas para ayudar a corregir los errores de conducción y la PP en los conductores jóvenes. Así mismo, [14] aplicó una prueba de PP a 14 conductores jóvenes mediante videos y demostró que ellos percibieron menos riesgos inmediatos; sin embargo, después de la capacitación durante un recorrido real en carretera, el porcentaje medio de los peligros detectados e identificados por los conductores jóvenes mejoró al nivel de los conductores experimentados.

Durante su primer año de conducción, los conductores pueden tener el doble de accidentes que uno con 5 años de experiencia [15]. Hay un doble de probabilidad que los inexpertos se accidenten en comparación con los de edad madura [16]. La capacitación que se ofrece a los conductores inexpertos en aulas reproduciendo videos de un viaje en carretera, incluyendo

comentarios del instructor para identificar los principales peligros que pueden encontrar en una carretera, mejoró las habilidades para reaccionar de manera segura en ambientes peligrosos, lo que se comprobó mediante evaluaciones realizadas en simuladores de conducción [11].

En un estudio realizado por [17] se midieron las habilidades de PP en cuatro grupos de conductores: el primero no tuvo entrenamiento; el segundo tuvo un entrenamiento mediante la proyección de un video con la presencia de un instructor durante dos horas; el tercero realizó el mismo entrenamiento del segundo y, adicionalmente, después de un mes, recibieron entrenamiento en carretera con la presencia de un instructor; finalmente, el cuarto tuvo el entrenamiento en carretera con un instructor. En el estudio se demostró que los tres últimos grupos mejoraron su PP en las evaluaciones en carretera. Según [18], la intervención en jóvenes conductores de entre 16 y 20 años de edad, mediante capacitaciones para mejorar los comportamientos riesgosos al conducir, tuvieron resultados exitosos. En [19], tales resultados indican que el entrenamiento en conductores inexpertos podrían reducir un 32 % el riesgo de ocasionar accidentes.

A pesar de todos los estudios realizados, aún existe la necesidad de investigar más sobre la efectividad de entrenar a los conductores para mejorar su PP tanto en ambientes simulados como en ambientes reales [11], ya que las pruebas de PP no son transferibles entre diferentes países, debido a sus diferencias entre la cultura del tráfico y su infraestructura [20]. En los países en vías de desarrollo y con carreteras en entornos montañosos, las complicaciones en su diseño geométrico, estado de la infraestructura vial, sumado a la seguridad del vehículo y factores climáticos requieren una mayor atención por parte de los conductores inexpertos.

El presente estudio se aplicó a una muestra representativa de 144 conductores inexpertos que participaron de forma voluntaria con pruebas de PP en escenarios de carreteras de montaña utilizando fotografías, videos cortos y simulación de recorridos reales. Para determinar el grado de peligro de los escenarios utilizados en las tres metodologías aplicadas, se utilizó el software VIDA [21], que se basa en la metodología International Road Assessment Programme (iRAP), que consiste en una calificación de estrellas por puntuación (Star Rating Score [SRS]), obtenida al realizar la evaluación objetiva de un tramo de carretera, categorizándolo de 1 a 5 estrellas: el escenario de una estrella es el más peligroso y el escenario con calificación de 5 estrellas es el más seguro [22]. En la investigación se utilizaron escenarios de 1, 2, 3 y 4 estrellas. Los escenarios basados en la metodología iRAP son parámetros objetivos con los cuales se comparó la PP de los conductores que participaron en la investigación antes de la formación recibida y después de esta. El entrenamiento que se aplicó a los conductores estuvo enfocado en identificar los elementos de peligro relacionados con las características geométricas de las carreteras de montaña.

Los resultados muestran que el grupo de conductores a los que se les aplicó la evaluación de PP con base en fotografías mejoró su habilidad para identificar elementos de peligro en escenarios de carreteras más seguros (3 a 4 estrellas según el iRAP). El grupo de conductores a los que se les aplicaron videos cortos, al contrario, mejoró su habilidad de PP en escenarios peligrosos (1 a 2 estrellas según el iRAP) y específicamente en el grupo de mujeres. Finalmente, en la formación a través de la simulación de recorridos reales en carreteras de montaña a través de videojuegos, no se obtuvieron resultados significativos, por lo que la unión de fotografías y videos podría resultar interesante para mejorar las habilidades de PP en conductores inexpertos en carreteras de montaña.

1. Materiales y métodos

1.1. Participantes

El estudio se realizó al sur del Ecuador en las provincias de Loja, Azuay y Zamora Chinchipe. Las tres presentan una topografía accidentada y con carreteras en entornos montañosos con similares características. Se trabajó con una muestra de 144 conductores voluntarios, con experiencia de 0 a 2 años en conducción y portadores de licencia de conducir tipo B (licencia no profesional para conducir automóviles y camionetas).

Para evaluar las metodologías de formación propuestas, estas se dividieron en tres grupos de trabajo: a) uno de 82 conductores, con quienes se trabajaron fotografías obtenidas de la vía Loja-Catamayo, ubicada en la provincia de Loja (Ecuador); b) de 49 conductores con quienes se trabajó utilizando videos cortos grabados mediante el equipo VBOX, ubicado tras el parabrisas en un vehículo que hacía el recorrido de la vía Loja-Catamayo, en la provincia de Loja (Ecuador). Las fotografías y los videos utilizados muestran condiciones climáticas favorables y uniformes, y c) de 13 conductores que se sometieron a una formación mediante recorridos reales simulados utilizando un juego de video que hace el recorrido en una carretera de dos carriles en entornos montañosos. La tabla 1 muestra la composición y distribución de la muestra.

Tabla 1. Composición y distribución de la muestra

Núm. de conductores	Metodología aplicada	Sexo	Experiencia (años)	Edad (años)
82	Fotografías	61 % mujeres, 39 % hombres	0 a 2 años	-
49	Videos cortos	33 % mujeres, 67 % hombres	0 a 2 años	31,7 ± 6,3
13	Simulador recorridos reales	46 % mujeres, 54 % hombres	0 a 2 años	29,4 ± 4,4

1.2. Recolección de datos

Se recolectaron los datos, mediante la aplicación de una encuesta en línea a los conductores. Estuvo organizada de la siguiente manera: 1) un video introductorio de 43 segundos en el que se presentaron datos de la institución que patrocina el estudio, el objetivo de la investigación y las instrucciones para desarrollar la evaluación inicial. 2) Una evaluación inicial de la PP de los conductores, para lo cual se utilizaron fotografías con una calificación de 1, 2, 3 y 4 estrellas, aplicando la metodología iRAP y así determinar de forma objetiva el peligro en carreteras. 3) Un video de formación en el que se resaltan los elementos que se deben identificar en escenarios de carreteras de montaña y percibir el peligro real existente. Y 4) luego de la formación, una evaluación de la PP mediante fotografías, videos y simulación de recorridos reales previamente evaluados y con calificaciones de 1 a 4 estrellas.

2. Metodología aplicada

Las tres metodologías que se aplicaron buscan trabajar en la etapa inicial de la PP en los conductores. La identificación de elementos de riesgo en una carretera es el primer paso que permite desarrollar esta habilidad en los conductores para reaccionar oportunamente mientras conducen.

2.1. Evaluación antes de la formación

Para determinar la efectividad de las tres metodologías, se le realizó una evaluación inicial al grupo de conductores que trabajó con fotografías y videos. Se utilizaron cuatro fotografías que se visualizaban durante 2 segundos y luego se les preguntaba: 1) indique de 1 a 10 (escala de Likert) ¿qué nivel de seguridad considera usted tiene la carretera analizada? Donde 1 es menos seguro y 10 es muy seguro. 2) ¿Qué elementos consideró usted para asignar el nivel de seguridad en la sección analizada? (pregunta abierta). En la tabla 2 se muestran las características de las 4 fotografías (F1 a F4) presentadas a los conductores: el tiempo de exposición (2 segundos), la calificación objetiva (de 1 a 4 estrellas), el tipo de carretera y los elementos instigadores existentes en las fotografías que se identificaron al momento de la evaluación objetiva mediante la metodología iRAP y que están relacionados con las características geométricas de las vías y los elementos de seguridad existentes.

Tabla 2. Características de las fotografías, evaluación inicial en fotografías y videos

Fotografía	Tiempo (s)	Peligro objetivo iRAP (estrellas)	Tipo de carretera	Elementos Instigadores
F1	2	2	Carretera montaña	Taludes laterales, carril estrecho, precipicio, sin espaldón, señalización nula
F2	2	4	Carretera montaña	Ninguno
F3	2	1	Carretera montaña	Sin señalización horizontal, ancho de carril, taludes laterales
F4	2	3	Carretera Montaña	Curva pronunciada

Antes de la formación del grupo que trabajó con simulación de recorridos reales, este se evaluó utilizando 12 fotografías (R1 a R12) de escenarios de carreteras de montaña. En la tabla 3 se muestran las características de las fotografías mostradas a los conductores detallando las mismas características descritas en la tabla 2.

Tabla 3. Características de las fotografías de evaluación inicial en recorridos reales simulados

Fotografía	Tiempo (s)	Peligro objetivo iRAP (estrellas)	Tipo de carretera	Elementos Instigadores
R1	60	1	Carretera montaña	Talud lateral, árboles laterales
R2	60	1	Carretera montaña	Talud lateral, precipicio, árboles, barrera de seguridad.
R3	60	1	Carretera montaña	Taludes laterales, carril estrecho, curva cerrada
R4	60	2	Carretera montaña	Taludes laterales, árboles
R5	60	2	Carretera montaña	Talud lateral y precipicio
R6	60	2	Carretera montaña	Talud lateral precipicio y árboles
R7	60	3	Carretera montaña	Talud lateral, personas cerca de la vía
R8	60	3	Carretera montaña	Talud lateral
R9	60	3	Carretera montaña	Personas cerca de la vía, no hay señales de límites de velocidad

Fotografía	Tiempo (s)	Peligro objetivo iRAP (estrellas)	Tipo de carretera	Elementos Instigadores
R10	60	4	Carretera Montaña	Personas cerca de la vía
R11	60	4	Carretera montaña	Pendiente de la vía
R12	60	4	Carretera montaña	Pendiente de la vía

2.2. Formación

La formación que se aplicó a los dos primeros grupos (fotografías y videos cortos) se dio mediante un video de 217 segundos en el que se mostraron los elementos instigadores de peligro identificados objetivamente mediante la metodología iRAP, la cual considera los cuatro usuarios de las vías (conductores, motociclistas, ciclistas y peatones) y el nivel de seguridad según las características geométricas de las vías y los elementos de seguridad implementados. La formación consistió en una retroalimentación de las fotografías presentadas en la evaluación inicial, ya que [19] sostiene que la retroalimentación ayuda a los conductores a reducir la confianza en su PP, con lo que se pretende mejoren su habilidad para identificar los elementos instigadores existentes en las carreteras.

En las figuras 1 y 2 se muestran dos fotografías utilizadas en la evaluación inicial y en el video de formación como parte de la retroalimentación a los conductores.



Figura 1. F3: carretera muy insegura y los elementos de peligro que se deben considerar



Figura 2. F2: carretera segura y los elementos de seguridad

Al contrario, el grupo que trabajó con un simulador de recorridos reales utilizó un video de formación de 153 segundos en el cual hay directrices generales sobre los elementos que se consideraron en la evaluación objetiva de los escenarios de carreteras (iRAP), como son señalización, pendiente del terreno, sobreancho, visibilidad, caminos laterales, curvas pronunciadas, adelantamiento limitado, peatones y velocidad. Luego se retroalimentó a los conductores identificando en las fotografías los elementos instigadores de peligro.

2.3. Evaluación después de la formación

Al grupo que trabajó con fotografías se le aplicó una evaluación mediante la visualización de individual de 12 fotografías (F5 a F16) con un tiempo de exposición de dos segundos, luego de los cuales se realizaron las mismas preguntas de la evaluación antes de la formación. En la tabla 4 se muestran las características de las fotografías presentadas a los conductores.

Tabla 4. Características de las fotografías evaluación después de la formación

Fotografía	Tiempo (s)	Peligro objetivo iRAP (estrellas)	Tipo de carretera	Elementos Instigadores
F5	2	2	Carretera montaña	Taludes laterales, árboles
F6	2	4	Carretera montaña	Ninguno
F7	2	1	Carretera montaña	Precipicio, talud vertical, barrera metálica, carril estrecho
F8	2	1	Carretera montaña	Talud vertical, barrera metálica, carril estrecho
F9	2	2	Carretera montaña	Talud lateral, árboles, curva pronunciada, precipicio

Fotografía	Tiempo (s)	Peligro objetivo iRAP (estrellas)	Tipo de carretera	Elementos Instigadores
F10	2	1	Carretera montaña	Talud lateral, árboles, curva pronunciada, precipicio
F11	2	3	Carretera montaña	Pendiente de la carretera, precipicio
F12	2	3	Carretera montaña	Talud lateral, árboles
F13	2	2	Carretera montaña	Pendiente de carretera, vivienda cerca de la vía
F14	2	4	Carretera montaña	Ninguno
F15	2	3	Carretera montaña	Viviendas cercanas, pendiente de la carretera, barreras laterales
F16	2	4	Carretera montaña	Ninguno

El grupo de conductores que trabajó con videos, luego de la formación, se evaluó presentándole 12 videos cortos (V1 a V12) en los cuales se dio un tiempo de 5 segundos divididos en 3 segundos para ambientación del conductor y 2 segundos para identificar los elementos instigadores del peligro en las carreteras. En la tabla 5 se muestran las características de los videos presentados en esta etapa.

Tabla 5. Características de los videos evaluados después de la formación

Video	Tiempo (s)	Peligro objetivo iRAP (estrellas)	Tipo de carretera	Elementos Instigadores
V1	2	1	Carretera montaña	Taludes laterales, árboles, curva pronunciada
V2	2	4	Carretera montaña	Ninguno
V3	2	2	Carretera montaña	Precipicio, talud vertical, barrera metálica
V4	2	3	Carretera montaña	Talud vertical, barrera metálica
V5	2	1	Carretera montaña	Talud lateral, árboles, curva pronunciada, precipicio
V6	2	4	Carretera montaña	Talud lateral, árboles, curva pronunciada, precipicio
V7	2	2	Carretera montaña	Pendiente de la carretera, precipicio
V8	2	3	Carretera montaña	Talud lateral, árboles
V9	2	1	Carretera montaña	Pendiente de carretera, vivienda cerca de la vía
V10	2	2	Carretera montaña	Ninguno
V11	2	3	Carretera montaña	Viviendas cercanas, pendiente de la carretera, barreras laterales
V12	2	4	Carretera montaña	Ninguno

Para la evaluación después de la formación mediante la simulación de recorridos reales, se utilizó un videojuego en línea denominado Dirty Rally 2.0, que se puede visualizar en el siguiente enlace: <https://dirtrally2.dirtgame.com/>, el cual cumple con las características del escenario que se requiere para aplicar a los conductores que participan de esta investigación. Las características de los videos tomados del videojuego tienen son las mismas presentadas en la tabla 3.

3. Resultados y discusión

Para evaluar los resultados obtenidos con la formación a conductores inexpertos mediante la utilización de fotografías, videos cortos y simulación de recorridos reales, primero, se analizaron los resultados globales en cada grupo de conductores.

Los resultados obtenidos se contrastaron entre el riesgo objetivo (evaluación basada en la metodología iRAP) y el riesgo percibido por los conductores antes de la formación y después de esta. En las figuras 3 y 4 se plasmaron los resultados para el grupo de conductores que trabajaron con fotografías. La línea de color rojo representa el riesgo real que presentan los escenarios de carreteras mostrados a los conductores, y la línea de color azul, el riesgo percibido por los conductores en los mismos escenarios.

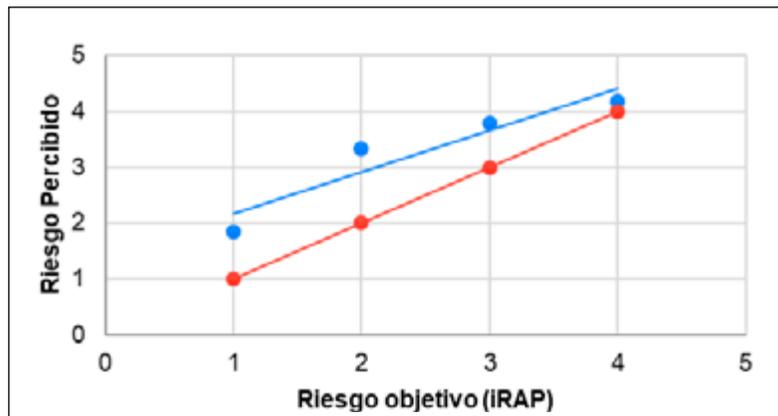


Figura 3. Antes de la formación. Método: fotografías

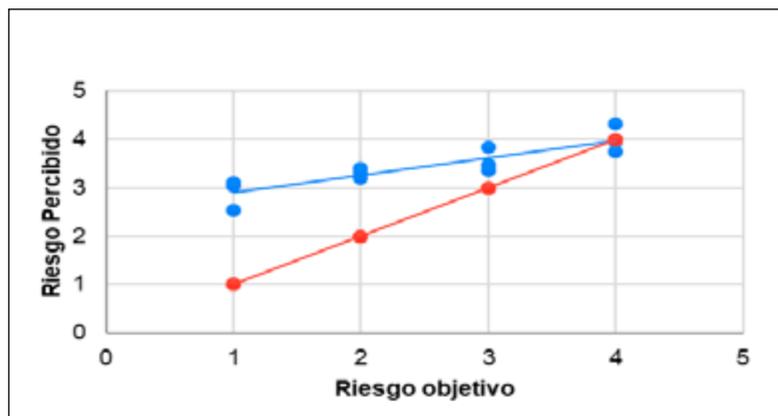


Figura 4. Después de la formación. Método: fotografías

En las figuras 5 y 6 se detallan los resultados obtenidos entre el riesgo objetivo (iRAP) y el riesgo percibido por los conductores antes de la formación mediante videos cortos y después de esta. Al igual que en las figuras 3 y 4, la línea de color rojo representa el riesgo real en los escenarios utilizados en la evaluación, y la línea de color azul, el riesgo percibido por los conductores.

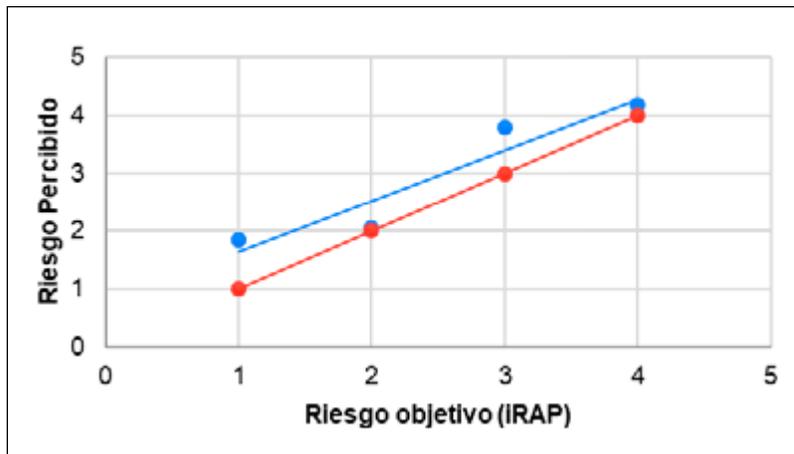


Figura 5. Antes de la formación. Videos cortos

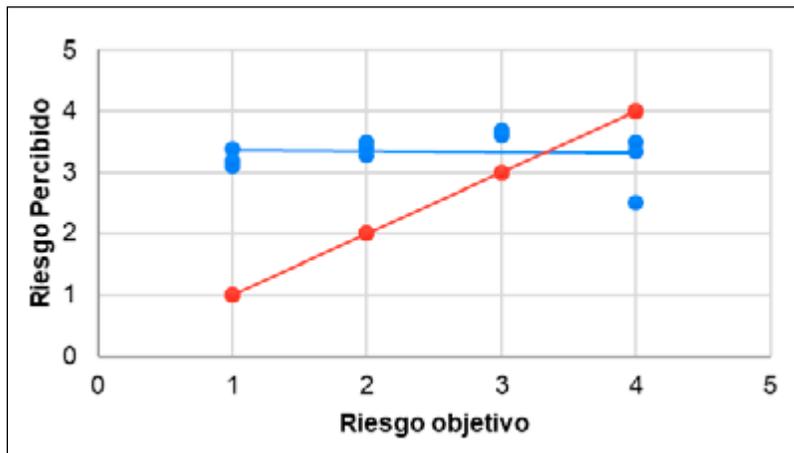


Figura 6. Después de la formación. Videos cortos

Las figuras 7 y 8 muestra los resultados del grupo de conductores que trabajaron con recorridos reales simulados. La línea de color rojo representa el riesgo real en los escenarios presentados, y la línea de color azul, el riesgo percibido por los conductores.

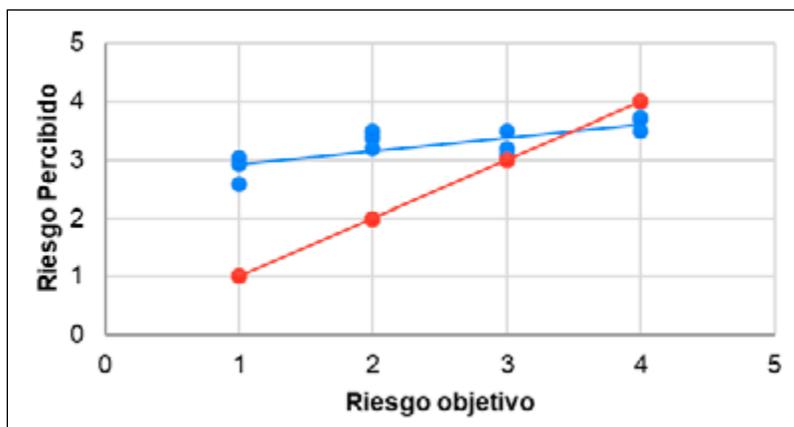


Figura 7. Antes de la formación. Recorridos reales simulados

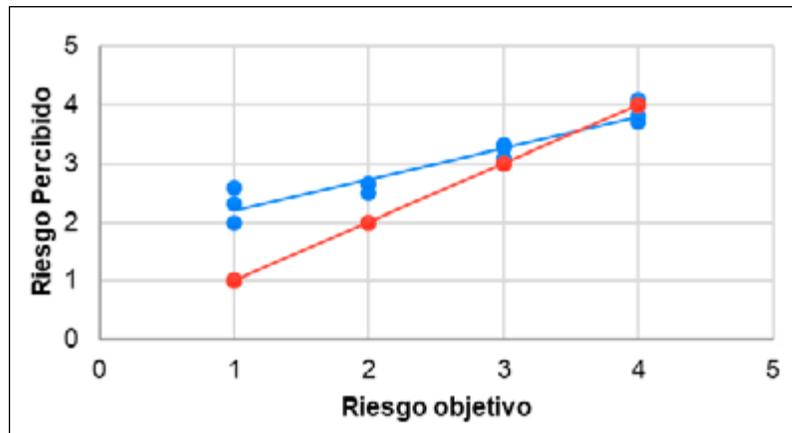


Figura 8. Después de la formación. Recorridos reales simulados

3.1. Resultados agrupados por nivel de riesgo

Los resultados se agruparon para un análisis más detallado de los escenarios de carreteras de montaña con los que se trabajó en fotografías, videos cortos y recorridos simulados. Con un análisis estadístico mediante la prueba de t de Student se estableció la diferencia entre la media de los resultados obtenidos antes de la formación de los conductores y después de esta. Para este análisis se trabajó con el software Minitab versión 14.0. Se definieron dos grupos: de 1 y 2 estrellas, considerados los más peligrosos, y los escenarios de 3 y 4 estrellas, que son los más seguros.

3.2. Carreteras peligrosas (1 y 2 estrellas)

Para las carreteras más peligrosas con una calificación de 1 y 2 estrellas se analizó la relación entre las calificaciones de la PP real y la PP percibida. Se obtuvieron parámetros estadísticos básicos como la media (M) y la desviación estándar (DE). Para el grupo de conductores que trabajaron con fotografías, los valores fueron: $M = 3,97$ y $DE = 3,19$ antes de la formación, y una $M = 4,76$ con una $DE = 2,68$ después de la formación. En el grupo de conductores que trabajaron con videos cortos, la $M = 3,09$ y la $DE = 2,62$ antes de la formación; mientras que una $M = 5,94$ con una $DE = 3,25$ después de la formación. Finalmente, el grupo de conductores que trabajaron con recorridos reales simulados lograron una $M = 3,81$ y una $DE = 1,42$ antes de la formación y una $M = 3,99$ con una $DE = 1,62$ después de la formación.

En la figura 9 se muestran los resultados obtenidos al contrastar los valores de la M antes de la formación mediante la prueba t de Student con el grupo de conductores (mujeres) que trabajaron con videos cortos y después de esta. Se obtuvo una probabilidad de ocurrencia (p) por debajo del 5 %, $p = 2,4$ % con un margen de confiabilidad del 95 % y una diferencia estadísticamente significativa.

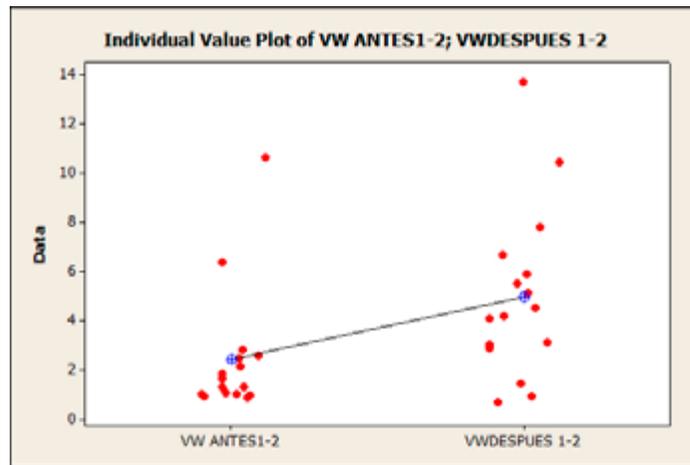


Figura 9. Resultados de la prueba t de Student en mujeres que trabajaron con videos cortos en carreteras de 1 y 2 estrellas (mayor peligro)

3.3. Carreteras con menos peligro (3 y 4 estrellas)

Para las carreteras menos peligrosas con una calificación de 3 y 4 estrellas se realizó el mismo análisis. Los resultados fueron: el grupo de conductores que trabajaron con fotografías tuvieron una $M = 8,58$ con una $DE = 5,70$ antes de la formación, y una $M = 6,27$ con una $DE = 4,15$ después de la formación. El grupo de conductores que trabajaron con videos cortos obtuvieron una $M = 5,57$ y una $DE = 3,73$ antes de la formación, así como una $M = 5,18$ con una $DE = 3,60$ después de la formación. Finalmente, el grupo de conductores que trabajó con recorridos reales simulados logró una $M = 6,12$ con una $DE = 6,22$ antes de la formación y una $M = 6,89$ con una $DE = 3,37$ después de la formación.

En la figura 10 se graficaron los valores individuales de t de Student para los conductores que trabajaron con fotografías, en escenarios de carreteras menos riesgosos de 3 y 4 estrellas. En este grupo se obtuvo un valor de $p = 1,6 \%$, por lo que existe una diferencia estadísticamente significativa y se comprueba la premisa inicial: la formación en conductores inexpertos mediante fotografías mejora su habilidad para identificar los riesgos en carreteras de montaña menos riesgosas (3 y 4 estrellas).

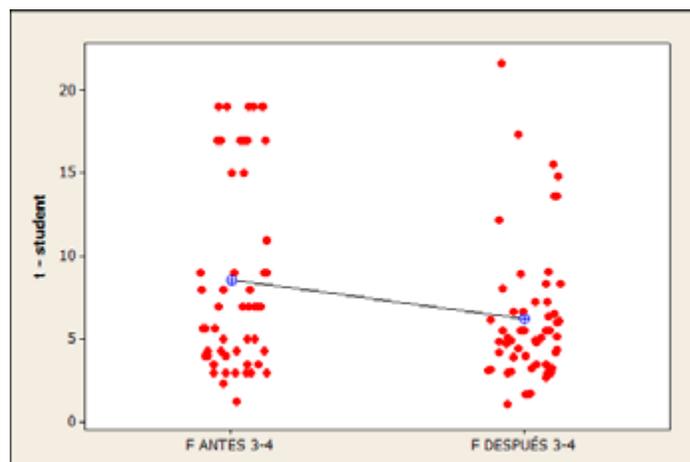


Figura 10. Resultados de la prueba t de Student en un grupo de conductores que trabajaron con fotografías en carreteras de 3 y 4 estrellas (menos peligrosas)

En la figura 11, un diagrama de cajas y bigotes, se observa la distribución de las calificaciones que hicieron los conductores a las 12 fotografías presentadas luego de la formación. Se observa también que existen algunos datos dispersos.

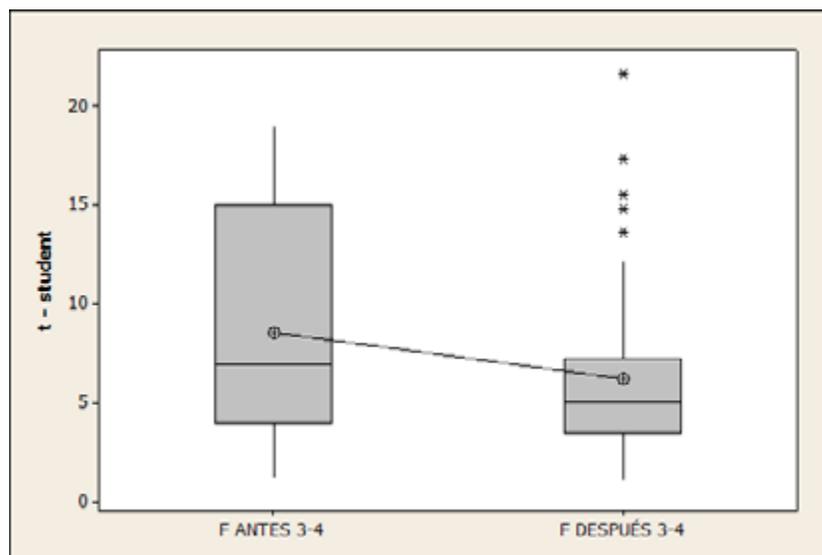


Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes de conductores que trabajaron en fotografías en escenarios de 3 a 4 estrellas (menos peligrosos)

Conclusiones

Los primeros resultados que se muestran en las figuras 3 a 8, al comparar el peligro real u objetivo en contraste con el riesgo del PP por el conductor, evidencian que el grupo que trabajó con fotografías y videos cortos tiene una sobreestimación de la seguridad de las carreteras calificadas con 1 y 2 estrellas. Los escenarios con una calificación de 3 estrellas, que tienen una seguridad aceptable, son mejor reconocidos por los conductores en las tres metodologías. Finalmente, los escenarios de 4 estrellas en las tres metodologías de formación se observan que están mucho más cerca la percepción subjetiva de los conductores con la percepción real.

Con los parámetros estadísticos M y DE obtenidos con los resultados de los tres grupos de conductores se evidenciaron resultados poco satisfactorios de la PP de los conductores después de la formación en escenarios más peligrosos. Se observa que se sobrestiman aún más los escenarios más inseguros de 1 y 2 estrellas. El comportamiento se justifica, porque los conductores están acostumbrados a recorrer frecuentemente vías y a observar escenarios con elementos instigadores de riesgo, como taludes con caras verticales, precipicios, carriles estrechos, curvas pronunciadas y espaldón estrecho o inexistente, lo que dificulta percibir el riesgo existente. La PP de los conductores se ajusta al comportamiento registrado en estudios similares, en la misma zona en la que se realizó la investigación ya que, según [23], el 85 % de conductores piensa que es poco o nada probable el sufrir un accidente en el año siguiente, lo que evidencia su excesiva confianza en la conducción en carreteras peligrosas.

Para el grupo de conductores encuestados fue la primera vez que recibían una formación en PP en conducción. Esta habilidad no se ha desarrollado y, de acuerdo con [19], estos acercamientos nos ayudan inicialmente a entender la importancia del tema, aunque en el primer encuentro

de formación no se logre un cambio significativo, lo que coincide con los resultados luego de la formación con las tres metodologías aplicadas, a pesar de estar basadas en la retroalimentación de los escenarios evaluados inicialmente.

El grupo de conductores inexpertos con los que se trabajó tenían de 0 a 2 años de experiencia en conducción, por lo que se evidencia en los resultados obtenidos antes de la formación el exceso de confianza al identificar escenarios de riesgo en las carreteras de montaña. En [24] se ha demostrado que la experiencia en conducción es clave para identificar señales visuales cuando los instigadores de peligro están ocultos por el entorno natural, es decir, cuando los elementos de peligro están indirectamente relacionados con el peligro real. Los conductores experimentados anticipan el peligro mucho antes, en comparación con los inexpertos, justamente por los riesgos ya percibidos durante su trayectoria en la conducción.

En los escenarios más seguros de 3 a 4 estrellas, los conductores demostraron que luego de la etapa de formación mediante fotografías mejoraron sustancialmente las calificaciones de PP. Como se observa en las figuras 10 y 11, luego de un análisis estadístico con la prueba t de Student, la distribución de los resultados después de la formación está mucho más cercana a la media, y un valor de $p = 1,6 \%$, por lo que la diferencia es estadísticamente significativa.

La metodología con recorridos simulados contrariamente a lo esperado, no evidenció una mejora en la PP de los conductores, posiblemente por el tiempo que se utilizó para exponer las 12 fotografías en la evaluación inicial. En esta metodología se emplearon 60 segundos; mientras que en las metodologías con fotografías y videos cortos se usaron 2 segundos para visualizar cada fotografía. Una limitante que se observó en esta metodología es el tipo de ilustraciones, ya que todos los escenarios se mostraban muy similares e incluían elementos instigadores ocultos en el entorno natural.

Los conductores inexpertos tienen mayor dificultad para concentrar su atención e identificar elementos de riesgo mientras conducen [25], lo que se ajusta a los resultados obtenidos, ya que a pesar de estar en un rango de edad entre 25 y 38 años no se logró mejorar significativamente la identificación de elementos de riesgo en carreteras de montaña.

Para futuras investigaciones se puede utilizar la misma metodología, pero incluyendo fotografías y videos cortos con énfasis en escenarios con calificación de 1 a 2 estrellas, que son los más riesgosos y los más usuales en carreteras de montaña. La retroalimentación durante la formación es fundamental, pero se sugiere reforzar al hacerla repetitiva, y con mayor duración.

Referencias

- [1] N. Tran, K. Laych, J. Auert y E. Krug, Global Status Report on Road Safety 2018. Geneva: WHO, 2018.
- [2] World Health Organization, Global Status Report on Road Safety 2018 Summary. Geneva, 2018 [en línea]. Disponible: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- [3] J. Gutiérrez, "Accidentes viales en América Latina", Latin American Post, 6 de enero de 2018 [en línea]. Disponible: <https://latinamericanpost.com/es/18978-accidentes-viales-en-america-latina>
- [4] H. Manley, N. Paisarnsriromsuk, A. Hill y M. S. Horswill, "The development and validation

- of a hazard perception test for Thai drivers”, *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 71, pp. 229-237, May 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.04.011>
- [5] K. A. Johnston y C. T. Scialfa, “Hazard perception in emergency medical service responders”, *Accid. Anal. Prev.*, vol. 95, parte A, pp. 91-96, Oct. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.06.021>
- [6] M. Horswill y F. Mckenna, “Drivers’ hazard perception ability: Situation awareness on the road”, en *A Cognitive Approach to Situatio Awareness*, S. Bambury and S. Tremblay, Eds. Aldershot: Ashgate, 2004, pp. 155-175.
- [7] M. S. Horswill, A. Hill y M. Wetton, “Can a video-based hazard perception test used for driver licensing predict crash involvement?”, *Accid. Anal. Prev.*, vol. 82, pp. 213-219, Sep. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.019>
- [8] P. Wells, S. Tong, B. Sexton, G. Grayson y E. Jones, *Cohort II: A Study of Learner and New Drivers. Vol. 1: Main Report*. Semantic Scholar, 2008.
- [9] M. S. Horswill, “Hazard perception in driving”, *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, vol. 25, n.º 6, pp. 425-430, Dec. 2016. <https://doi.org/10.1177/0963721416663186>
- [10] M. S. Horswill, K. J. Anstey, C. G. Hatherly y J. M. Wood, “The crash involvement of older drivers is associated with their hazard perception latencies”, *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, vol. 16, n.º 5, pp. 939-944, Sep. 2010. <https://doi.org/10.1017/S135561771000055X>
- [11] D. Crundall, B. Andrews, E. Van Loon y P. Chapman, “Commentary training improves responsiveness to hazards in a driving simulator”, *Accid. Anal. Prev.*, vol. 42, n.º 6, pp. 2117-2124, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.07.001>
- [12] C. Castro, J. L. Padilla, J. Roca, I. Benítez, P. García-Fernández, B. Estévez, M. F. López-Ramón y D. Crundall, “Development and validation of the Spanish Hazard Perception Test”, *Traffic Inj. Prev.*, vol. 15, n.º 8, pp. 817-826, 2014. [doi: 10.1080/15389588.2013.879125](https://doi.org/10.1080/15389588.2013.879125)
- [13] S. Boufous, R. Ivers, T. Senserrick y M. Stevenson, “Attempts at the practical on-road driving test and the hazard perception test and the risk of traffic crashes in young drivers”, *Traffic Inj. Prev.*, vol. 12, n.º 5, pp. 475-482, Oct. 2011. [doi: 10.1080/15389588.2011.591856](https://doi.org/10.1080/15389588.2011.591856)
- [14] F. P. C. J. Mckenna, “Developments in hazard perception Prepared for Road Safety Division, Department of the”, *Saf. Resour. Cent. Transp. Res. Lab.*, n.º January 1997, 1997.
- [15] Y. Al Thabahi, M. Al Zaabi, M. Al Eisaei y A. Al Ghafli, “Proposal for graduated driver licensing program: age vs. experience, Abu Dhabi Case Study”, en *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 964, pp. 214-223, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20503-4_19
- [16] Department for Transport, “Department for Transport Annual Report and Accounts 2017 to 2018”, 2017.
- [17] G. W. P. Mills, K. L. Hall, R. D. McDonald, M. Rolls, “The effects of hazard perception on the development of novice drivers skills”, en *Roadsafe '96. Influences Affecting Road User Behaviour*. International Conference, London, 24 y 25 de julio de 1996. Conference report [en línea]. Disponible: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20091009084905>
- [18] C. A. Cutello, E. Hellier, J. Stander y Y. Hanoch, “Evaluating the effectiveness of a young driver-education intervention: Learn2Live”, *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 69, pp. 375-384, Feb. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.02.009>
- [19] M. S. Horswill, M. Garth, A. Hill y M. O. Watson, “The effect of performance feedback on drivers’ hazard perception ability and self-ratings”, *Accid. Anal. Prev.*, vol. 101, pp. 135-142, Apr. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.009>
- [20] V. Tuskė, L. Šeibokaitė, A. Endriulaitienė y E. Lehtonen, “Hazard perception test development for Lithuanian drivers”, *IATSS Res.*, vol. 43, n.º 2, pp. 108-113, Jul. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2018.10.001>
- [21] “ViDA online software - iRAP” [en línea]. Disponible: <https://www.irap.org/2014/06/vida-online-software/>.
- [22] A. Hurtado, M. Serna y J. Chávez, “Aplicación de la metodología iRAP y el software ViDA-iRAP en un tramo de autopista en México”, *Rev. Infraestruc. Vial*, vol. 17, Costa Rica, pp. 5-12, Jun-2015.

- [23] B. Zárate, Y. García-Ramírez, J. González y S. Segarra-Morales, "Percepción de la seguridad vial en la Ciudad de Loja (Ecuador)", *Rev. Cumbres*, vol. 3, n.º 2, 2017, pp. 9-16. <http://orcid.org/0000-0002-0250-5155>
- [24] N. Kahana-Levy, S. Shavitzky-Golkin, A. Borowsky y E. Vakil, "The effects of repetitive presentation of specific hazards on eye movements in hazard perception training, of experienced and young-inexperienced drivers", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 122, pp. 255-267, Jan. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.09.033>
- [25] A. Borowsky y T. Oron-Gilad, "Exploring the effects of driving experience on hazard awareness and risk perception via real-time hazard identification, hazard classification y rating tasks", *Accid. Anal. Prev.*, vol. 59, pp. 548-565, Oct. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.07.008>