

SIMULADOR DE DIREÇÃO VEICULAR NO BRASIL: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PEDAGÓGICA

*Driving Simulator Vehicular in Brazil: Theoretical and Pedagogical
Foundation*

Roberta Torres¹

¹ Mestre em Promoção da Saúde e Prevenção da Violência. Faculdade de Medicina. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte, MG - Brasil. Pós-graduada em Gestão, Segurança e Educação para o Trânsito pela Universidade Cândido Mendes - UCAM. Rio de Janeiro/RJ - Brasil.

Resumo aprovado para ser apresentado no 2º Congresso Brasileiro da Associação Nacional dos DETRANs. Salvador 26 e 27 de abril de 2017. Submetido em: 20/12/2016. Aprovado em 22/03/2017.

Resumo

Introdução: A tarefa de ir e vir é global e uma das mais comuns do ser humano, sendo também uma das mais complexas e perigosas. Uma parcela dos deslocamentos humanos é realizada por meio da condução de um veículo, tarefa esta que exige uma série de funções sensoriais, cognitivas, motoras e perceptivas. Isso influencia significativamente o processo de habilitação dos condutores no Brasil que vem sendo atualizado com o passar dos anos em diversos assuntos, dentre eles, a formação dos futuros motoristas usando o Simulador de Direção Veicular (SDV) como recurso didático-pedagógico. **Objetivo:** Apresentar a fundamentação teórica e pedagógica da utilização do simulador de direção no processo de formação de condutores no Brasil. **Materiais e Métodos:** Pesquisa bibliográfica, baseada em uma revisão integrativa da literatura e da legislação específica, pertinentes à utilização da simulação como procedimento didático-pedagógico para os alunos em processo de formação de condutores. **Resultados e Discussão:** Um

Simulador de Direção Veicular (SDV) é um equipamento com características parecidas com a de um veículo pelo qual o condutor controla e conduz o movimento através de cenários projetados em telas à sua frente por meio de *softwares* específicos e o seu grau de complexidade está ligado aos objetivos propostos pelo estudo ou treinamento. A discussão em torno desse tema nos leva a analisar um dilema interessante sobre como oferecer a experiência da condução do veículo aos futuros motoristas sem aumentar significativamente os riscos. Estudos internacionais realizados desde a década de 1920 apontam a simulação como uma alternativa para este dilema, uma vez que a exposição às situações de tráfego pode ser simulada de forma repetitiva, controlada, sem oferecer riscos e aprimorando as aptidões dos alunos antes de irem para a prática de direção no veículo. **Conclusão:** Embora o conceito e sua fundamentação legal estejam claros e incisivamente estabelecidos, as reflexões em torno dos fundamentos teóricos e pedagógicos ainda são recentes no país e carecem maior atenção para o alcance dos objetivos esperados.

Palavras-chave: Simulador de direção; Realidade Virtual; Formação de condutores; Segurança no trânsito; Habilitação.

Abstract

Introduction: The task of coming and going is global and one of the most common of the human being, being also one of the most complex and dangerous. A portion of the human displacement is accomplished through the driving of a vehicle, a task that requires a series of sensory, cognitive, motor and perceptive functions. This significantly influences the drivers' habilitation process in Brazil, which has been updated over the years in several subjects, among them, the training of future drivers using the Vehicular Direction Simulator (SDV) as a didactic-pedagogical resource. **Objective:** To present the theoretical and pedagogical foundation of the use of the driving simulator in the training process of

drivers in Brazil. **Materials and Methods:** Literature research, based on an integrative review of the literature and specific legislation, pertinent to the use of simulation as a didactic-pedagogical procedure for students in the process of training drivers. **Results and Discussion:** A Vehicle Steering Simulator (SDV) is an equipment with characteristics similar to that of a vehicle by which the driver controls and drives the movement through scenarios projected on screens in front of him by means of specific software and his degree Complexity is linked to the objectives proposed by the study or training. The discussion around this topic leads us to analyze an interesting dilemma about how to offer the experience of driving the vehicle to future drivers without significantly increasing the risks. International studies conducted since the 1920s point to simulation as an alternative to this dilemma, since exposure to traffic situations can be simulated in a repetitive, controlled, risk-free manner and enhancing students' skills before they go to school. Driving practice in the vehicle. **Conclusion:** Although the concept and its legal basis are clear and incisively established, the reflections about the theoretical and pedagogical foundations are still recent in the country and require more attention to reach the expected objectives.

Keywords: Directional simulator; Virtual reality; Training of drivers; Traffic Safety; Enablement.

1 Introdução

Dos candidatos que iniciam o processo de habilitação no Brasil, 13,6% estão na faixa etária entre 18 e 25 anos (DENATRAN, 2015). No entanto, o percentual de representatividade dos jovens entre 19 e 29 anos no total de mortes por Acidentes de Transporte Terrestres (ATT) foi de 33,35% em 2012, sendo a segunda principal situação determinante dos

óbitos perdendo apenas para os homicídios (DATASUS, 2013). A taxa de mortalidade proporcional por ATT desse grupo em idade para se habilitar está entre as mais altas do mundo (29,4), um desafio complexo de saúde pública que demanda intervenções conjuntas de diferentes áreas (WAISELFISZ, 2012).

Ao procurar um Centro de Formação de Condutores (CFC), os candidatos estão motivados a obter a sua Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e, conforme argumentam Allen *et al.* (2007), muitas vezes não estão cientes dos riscos encontrados no ambiente da condução. Um dos principais responsáveis pelo aumento dos fatores de risco dos motoristas iniciantes se envolverem em um acidente segundo a psicóloga inglesa Lisa Dorn é a incapacidade de prever e gerir riscos. Para ela, como os motoristas novatos tiveram menos contato com o trânsito na condição de condutor e menos tempo de desenvolver e refinar seus modelos mentais são menos capazes de prever corretamente a evolução das prováveis situações de risco no trânsito (DORN, 2013).

Pesquisas internacionais indicam que os riscos de acidentes com jovens no primeiro ano de condução são resultantes da imaturidade, sendo a inexperiência fator preponderante para que eles se envolvam em situações perigosas sem conseguir evitar que os acidentes ocorram (ARNETT, 2002; WILLIAMS e FERGUSON, 2002; MAYHEW e SIMPSON, 1999). Mourant e Rockwell (1972) vão um pouco mais além

quando recomendam inclusive que os motoristas principiantes sejam proibidos de dirigir em rodovias até que alcancem um nível aceitável de controle de manuseio do veículo e desenvolvam habilidades na aquisição de informações visuais.

À medida em que as ferramentas de tecnologia avançam, o debate sobre a importância do uso delas também é crescente. O processo de formação dos condutores brasileiros vem sofrendo alterações desde a época em que a primeira carteira de habilitação foi emitida. Nos últimos anos, Leis, Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), bem como Portarias do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) atualizaram o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) em diversos assuntos, dentre eles, a utilização do Simulador de Direção Veicular (SDV) como recurso didático-pedagógico para a formação dos futuros condutores de automóvel.

Um SDV é um equipamento com características parecidas com a de um veículo que fornece um ambiente multi-sensorial pelo qual o condutor controla e conduz o movimento virtualmente através de cenários projetados em telas à sua frente (RABAY, RUSSO e KAWASHIMA, 2013). Por meio de *softwares* específicos, um SDV objetiva reproduzir a sensação de condução de um veículo, submetendo o condutor a situações criadas, possibilitando o controle das variáveis da

simulação em um ambiente totalmente controlado sem colocar o aluno em risco (FISHER *et al.*, 2011; ALLEN *et al.*, 2007).

Estudos observacionais utilizando simuladores na área da psicologia do trânsito, medicina e engenharia têm sido desenvolvidos, além de análises detalhadas do comportamento humano (BROOKHUIS e WAARD, 2011; COSTA, CARVALHO e NARDI, 2010; FISHER *et al.*, 2011; HAYDU e HAYDU, 2011; MEDEIROS *et al.*, 2008; RIZZO, 2011; TIPPIN, 2011). Entre o método de observação em situação real e os experimentos em laboratórios, Rozestraten (1981, p.142) aponta a utilização dos simuladores como metodologia de análise do comportamento e medições fisiológicas durante a condução. Para o psicólogo, uma análise detalhada da tarefa da condução evidencia diversos fatores, que inclui um processo de atenção, detecção, diferenciação e percepção, além da tomada de decisão e recolha das informações. Nele também são estimulados a memória a curto e a longo prazo, a aprendizagem, o conhecimento de normas e de símbolos, a motivação, além de uma série de automatismos percepto-motores de manobras rápidas e a capacidade de reagir após um *feedback*.

A discussão no âmbito legal sobre a utilização dos simuladores no processo de habilitação do Brasil teve início na segunda metade do século XX (CONTRAN, 1976), no entanto, as reflexões em torno dos fundamentos teóricos e pedagógicos ainda são recentes e carecem maior

atenção. Nesse sentido, pesquisas em torno da eficácia do uso de simuladores em comparação à formação tradicional dos condutores têm sido cada vez mais necessárias e incentivadas. Evidências objetivas publicadas em Revistas Científicas, Trabalhos de Conferências, Relatórios, Dissertações, Teses e Congressos específicos, demonstram os benefícios da utilização da simulação como procedimento científico e pedagógico no treinamento de futuros motoristas, inclusive profissionais (ALLEN *et al.*, 2013; ARNETT, 2002; DSA, 2017; HIRSCH, 2015; KAPPÉ, 2005; PARK, 2005; RSS, 2017). Embora estudos empíricos e científicos indiquem que o uso da ferramenta contribui para a melhor formação dos condutores, não existe um consenso no Brasil sobre a sua relevância e muitas são as incertezas sobre quais estratégias pedagógicas adotadas serão mais eficazes. Diante disso, faz-se necessário uma busca por respostas científicas a alguns questionamentos, baseada em lógica e evidências que nos leve aos mecanismos ideais para um melhor processo de formação dos futuros condutores no país.

Programas de treinamento em que o simulador tem sido um componente de suporte pedagógico apontam como resultado efeitos positivos de aprendizagem em situações de tráfego como, por exemplo, no desenvolvimento de velocidade compatível com a segurança (BACKLUND *et al.*, 2008), redução no consumo de combustível após o treinamento (HIRSCH, 2015; ÈCOMOBILE, 2011; REED *et al.*, 2007)

e melhor desempenho em situações consideradas de risco como mudanças de faixa e ultrapassagens (ALLEN *et al.*, 2011; HIRSCH e BELLAVANCE, 2013). Outros estudos mencionam que o uso do simulador na formação e aperfeiçoamento de condutores contribui para os conhecimentos e a adoção de atitudes mais seguras no trânsito (UHR *et al.*, 2003; LINDSEY e BARRON, 2008; ROSE, 2000). O tema encontra sustentação pedagógica nas teorias do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget e Lev Vygotsky (PIAGET, 1976; PIAGET 1988; VYGOTSKY, 1988; VYGOTSKY, 1984) e sustentação teórica na Matriz Europeia denominada *Goals for Driver Education* (GDE) (PERÄÄHO, KESKINEN e HATAKKA, 2003). No entanto, a base científica sobre a eficácia destas intervenções pedagógicas é necessária, especialmente pela complexidade metodológica em isolar seus efeitos de outras medidas conjuntas durante o processo nas demais etapas teórica e prática. Dentro dos CFCs, o simulador habitualmente é usado apenas para o cumprimento da regra sem uma preocupação em trabalhar efetivamente os conteúdos propostos, verificando a evolução da aprendizagem e se os objetivos estão sendo alcançados pelos alunos, à exceção de alguns poucos instrutores, cujo vínculo vai ao encontro com sua empatia com a ferramenta.

Visando contribuir com a presente temática, este estudo tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica e pedagógica da

utilização do simulador de direção no processo de formação de condutores. Para tal, utilizamos a pesquisa bibliográfica, baseada em uma revisão integrativa da literatura, pertinentes à utilização da simulação como procedimento didático-pedagógico para os alunos em processo de formação de condutores. A revisão incluiu a busca nas bases bibliográficas SciELO, portal de periódicos da CAPES, Lilacs, PubMed e Google Acadêmico. Buscou-se documentos nos idiomas português, inglês e espanhol, do período de 2005 a 2017. Inicialmente, foi realizada a busca usando os seguintes termos: “Simulador de direção”, “Simulador de direção Veicular”, “*Driving Simulator*”. Grande parte das referências bibliográficas foram encontradas a partir das referências de artigos afins, o que acabou nos levando a muitos documentos importantes. A base legal foi extraída de documentos oficiais e governamentais incluindo a revisão documental sobre a legislação brasileira relacionada ao tema simulador de direção.

O simulador de direção está inserido em contexto histórico e tecnológico e está alinhado a uma estrutura teórica, pedagógica e legal que lhe outorga fundamento. O estudo da fundamentação teórica e pedagógica sobre a utilização do simulador no processo de habilitação é importante para que suas estruturas possam ser correlacionadas, contribuindo para que entendamos seus potenciais efeitos. O recorte deste artigo se baseia na análise destes fundamentos.

2 A Formação de Condutores no Brasil

A Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) trata em seu capítulo XIV da formação do condutor, estabelecendo as diretrizes para a formação dos futuros motorista. Além do CTB, diversas Resoluções, Portarias, Decretos e Leis complementam o processo de habilitação objetivando a atualização das normas e procedimentos, tentando assim, adequar às necessidades do país. Para se habilitar atualmente, o candidato deve preencher alguns requisitos básicos como ser penalmente imputável, saber ler e escrever, possuir carteira de identidade e o Cadastro de Pessoa Física (CPF). O processo prevê a avaliação psicológica, o exame de aptidão física e mental, um curso teórico, um treinamento pré-prático no simulador de direção e um curso de prática de direção veicular. Além dos cursos, o candidato será submetido aos exames teórico e prático de direção perante órgão executivo de trânsito do Estado (DETRAN) (BRASIL, 1997; CONTRAN, 2004).

2.1 O Simulador de Direção Veicular na Formação dos Condutores Brasileiros

A formação de novos condutores utilizando Simuladores de Direção Veicular (SDV) objetiva ensinar aos alunos noções básicas da condução de um automóvel como, por exemplo, a operação, a interação com o trânsito, suas atitudes perante outros usuários da via, as habilidades básicas e, também, habilidades mais complexas como conduzir em situações de risco e condições adversas. Um simulador, parte integrante do processo de ensino-aprendizagem permite que os alunos aprendam a conduzir de uma maneira estruturada, com foco em um conjunto específico de diferentes tarefas, cujos objetivos devem ser atingidos dando suporte para a etapa seguinte da condução em via pública. Para Kappé (2005) esse processo assegura uma alta taxa de transferência de competências, deixando para os instrutores das aulas práticas de direção o refinamento das habilidades dos alunos reforçando os aspectos cognitivos e aperfeiçoando as técnicas aprendidas.

A previsão do uso do SDV no processo de formação de condutores surgiu no Brasil no final da década de 70 por uma ação do Ministério da Justiça representado pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). A Resolução nº 504 de 1976 estabelece normas para instalação e funcionamento das autoescolas, disciplina os exames para obtenção da Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e prevê o uso do simulador de direção (CONTRAN, 1976). No entanto, a implementação efetiva começou com um esforço do Departamento Nacional de Trânsito

(DENATRAN) em 2009, que por meio dos recursos do Fundo Nacional de Segurança e Educação de Trânsito (FUNSET) autorizou a descentralização externa de crédito orçamentário e repasse financeiro à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para a elaboração de um estudo denominado *Estudo do uso de simuladores e recursos de realidade virtual para formação de condutores em autoescola* (BRASIL, 2010). Na prática, seu uso começou efetivamente no Estado do Rio Grande do Sul em 2014 em função das Resoluções publicadas pelo CONTRAN e portaria do DETRAN/RS, ganhando a adesão de outros estados a partir de 2015, quando a Resolução nº 543/2015 foi publicada exigindo de todos os candidatos a realização de cinco horas/aula em simulador de direção certificado por Organismos Certificadores de Produtos (OCP), acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e credenciados pelo DENATRAN (BRASIL, 2015; DETRAN/RS, 2014).

O estudo realizado pela UFSC para o DENATRAN culminou em uma série de Resoluções posteriores publicadas pelo CONTRAN para que não apenas o desenvolvimento dos equipamentos, *software* e *hardware*, mas todo o conteúdo pedagógico fosse estabelecido. O documento objetivou analisar as tendências existentes no uso do simulador de direção para o aprimoramento do processo de treinamento dos condutores de categoria B – automóvel. Para a realização deste

estudo, foram construídos três protótipos sendo um simulador de mesa com jogos comerciais de corrida, outro intermediário com funcionalidades mínimas de um simulador compacto com três monitores e um terceiro mais avançado com três monitores e um sistema de cinestesia com dois graus de liberdade montado na base de movimento, oferecendo uma sensação maior de condução. Após avaliar e validar as características técnicas dos equipamentos foram apontadas algumas melhorias necessárias para atender os objetivos propostos. O estudo concluiu preliminarmente que havia a necessidade de um aprofundamento maior sobre tema, sendo esta uma forma da ciência de contribuir para a criação de novas regras (DENATRAN, 2009).

A estrutura curricular proposta pelo CONTRAN para a realização das aulas no simulador direciona seu objetivo em ensinar aos alunos tarefas diárias de uma maneira estruturada, com instruções por meio de situações predefinidas, resultando em um *feedback* para análise dos objetivos propostos. No entanto, a maneira como os conteúdos foram estabelecidos não está muito clara. Não houve uma complementariedade entre as outras duas etapas da formação teórica e prática. Não houve uma proposta de capacitação dos instrutores para essa nova estrutura curricular, tampouco o estabelecimento de objetivos a serem atingidos. Para o Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV), é preciso rever o processo de habilitação como um todo, analisando a forma como

a realização das aulas em simuladores de direção acontece por meio de estudos que adequem os conteúdos e a carga horária, avaliando quais as situações simuladas deverão ser propostas, os desafios e as possibilidades de avaliação do candidato, além das orientações para a relação entre teoria, pré-prática (simulador) e prática de direção (ONSV, 2014), acrescentam que:

O simulador não deve ser considerado como um instrumento de reprovação, mas um mecanismo de verificação e/ou fixação da aprendizagem com parâmetros de resultados estabelecidos (ONSV, 2014 p.99).

Ao avaliar quatro simuladores de direção disponíveis no mercado brasileiro e homologados à época, o ONSV analisou o nível de fidelidade entre o ambiente real e o simulador, a potencialidade de transferência de conhecimento entre as etapas do aprendizado e a capacidade de formação da cultura de segurança viária nos futuros condutores. Concluíram que os simuladores poderão efetivamente desempenhar um papel importante na melhoria do processo de formação de condutores e apresentaram aos fabricantes um relatório apontando melhorias a serem realizadas nos equipamentos (ONSV, 2013).

Durante esse período de adaptação, muitas discussões, especialmente no âmbito político aconteceram. No entanto, o Estado do Rio Grande do Sul iniciou a realização das aulas em simulador logo após a publicação das Resoluções do CONTRAN nº 422 e nº 423, ambas de 27 de novembro de 2012. Após mais de setenta mil aulas realizadas e registradas no Gerenciamento Informações do DETRAN/RS (GID), foi selecionada uma amostra de 55 alunos para o desenvolvimento de um estudo. Após a realização de cinco aulas no simulador de direção verificou-se que os candidatos que apresentaram os resultados mais satisfatórios foram os do grupo de alunos com o curso teórico-técnico concluído, sem aulas práticas realizadas e sem experiências anteriores com a condução de veículos e cinco aulas no simulador. Os alunos do grupo de candidatos com mais de 30 horas aulas práticas realizadas e no mínimo 3 reprovações em exame prático não concluíram algumas atividades propostas e não acreditaram na eficácia do simulador (BAYS e NODARI, 2016; JUNIOR *et al.*, 2014).

Em Minas Gerais, o DETRAN/MG publicou a portaria regulamentando o uso dos simuladores iniciando efetivamente a partir do dia 01 de abril de 2016 (DETRAN/MG, 2015). Após um ano de realização das aulas, iniciamos uma análise através de um estudo de caso com uma amostra de 929 alunos em Belo Horizonte, inscritos em um Centro de Formação de Condutores, sendo 493 alunos em 2015 no

período de 01/04/2015 a 31/03/2016 que prestaram exame de direção quando o uso do simulador não era exigido e 436 alunos que prestaram exame de direção em 2016 no período de 01/04/2016 a 31/03/2017 a partir da exigência da realização de cinco aulas no simulador. Os dados preliminares deste estudo de caso nos mostram um aumento de 27% no índice de aprovação dos alunos treinados em relação aos não treinados no simulador, além de um aumento de 18,5% nas aprovações nos dois primeiros exames. Faz parte dos objetivos do estudo, a avaliação sobre as percepções da condução em um simulador, do nível de desconforto percebido durante a condução e a avaliação do desempenho das tarefas básicas elementares aos Níveis 1 e 2 da Matriz GDE, usada como base para a fundamentação teórica deste estudo. O detalhamento mais aprofundado irá compor minha tese de doutorado que está sendo desenvolvida em Minas Gerais.

3. Resultados e Discussão

3.1 Fundamentação Teórica

Algumas regulamentações internacionais adotam como estratégia a redução da exposição do jovem prolongando o tempo de acompanhamento após a habilitação ou restringindo a exposição por meio de toques de recolher noturnos e limites de passageiros com idade igual à do motorista. Por outro lado, pesquisas demonstram que quando

essas intervenções terminam, as taxas de acidentes envolvendo os motoristas novatos retornam a níveis altos (HIRSCH e BELLAVANCE, 2013; PARK *et al.*, 2006). Estudos mostram, por exemplo, que o processo de aquisição visual dos motoristas inexperientes é menos qualificado e mais restrito e do que os condutores mais experientes. Dessa forma, os padrões de busca e varredura que os motoristas inexperientes realizam durante a condução podem ser considerados mais inseguros e prejudiciais em relação à capacidade de detecção de situações com alto potencial de risco (BOS *et al.*, 2015; MOURANT e ROCKWELL, 1972; PRADHAN *et al.*, 2009; UNDERWOOD, 2007). Para Allen *et al.* (2011) motoristas inexperientes executam mal algumas tarefas na condução de um veículo ao serem comparados com motoristas experientes, devido aos modelos mentais incompletos, o que resulta em riscos mais elevados.

Simons-Morton e Hartos (2003) argumentam que a formação dos condutores sofre um dilema interessante sobre como oferecer a experiência da condução do veículo aos motoristas novatos sem aumentar significativamente os riscos de acidentes uma vez que para obter mais experiência, é preciso submetê-los à condução e, quanto mais novos são expostos à prática, mais riscos correm por causa da imaturidade. Nesse viés, Allen *et al.* (2007), apontam que para lidar com este dilema, o simulador pode ser uma alternativa interessante, uma vez

que a exposição às situações de tráfego pode ser simulada de forma repetida e controlada permitindo aos alunos experimentar suas ações em uma quantidade quase ilimitada de situações de condução sem risco real de danos e ferimentos, reforçando que esta é uma tecnologia potencial que aprimora as aptidões do candidato à habilitação antes de ir para a prática de direção no veículo. Hirsch (2015) remete à ênfase de que um treinamento bem projetado e administrado pode melhorar o controle do veículo, a gestão do tráfego, a percepção de risco e a tomada de decisão. Para o autor, os alunos não têm a maturidade necessária para as tomadas de decisões que a condução de um veículo requer, sendo que formar os condutores submetendo-os às diversas situações de risco como combinações de condições climáticas e de trafegabilidade alta, além de caro seria extremamente perigoso na vida real.

Governos ao redor do mundo, incluindo o Brasil, estão direcionando sua atenção à formação dos condutores e, para Hirsch e Bellavance (2013), uma abordagem prática importante seria estudar métodos bem sucedidos de formação utilizados em outros campos, como a medicina e aviação, por exemplo. A simulação tornou-se uma ferramenta popular para treinamento de tripulantes de veículos em ambientes civis e militares. Blickensderfer, Liu e Henrandez (2005) concluem em seu estudo que o treinamento de pilotos utilizando simuladores de voo reduz os riscos e os custos melhorando a eficiência e

eficácia da formação dos futuros pilotos. Salas e Cannon-Bowers (2001) complementam que os conhecimentos e competências desenvolvidos em simuladores de voo transferem-se muito bem para os sistemas reais de aviação. Para Goode, Salmon e Lenné (2013), se há evidências de que este método de treinamento em outras áreas leva à aprendizagem e à transferência de habilidades para o desempenho na prática, essas experiências podem nos auxiliar a extrair informações sobre projetos e avaliações de processos metodológicos de treinamento utilizando os simuladores de direção.

Para Falkmer e Fregersen (2003) uma forma positiva de permitir que os alunos experimentem as consequências do seu comportamento é através do treinamento em simuladores de direção, mesmo que as escolhas sejam inadequadas e resultem na consequência negativa. No equipamento, os alunos conduzem o veículo e reagem às várias situações com um grau de realismo, que, mesmo que ainda não tenham todos os automatismos desenvolvidos, é possível ensinar a melhorar a sua performance à antecipação de situações perigosas. Para os autores, esse tipo de programa tem o objetivo de acelerar o desenvolvimento de competências relacionadas à segurança. De acordo com Allen *et al.* (2013), na formação de condutores, um simulador de direção deve ser capaz de possibilitar o ensino psicomotor e desenvolver as habilidades cognitivas dos alunos. Park *et al.* (2006) complementam que os cenários

projetados para treinar habilidades de condução em situações de risco devem possibilitar a visualização da situação, a percepção de perigos, a avaliação de riscos e a tomada de decisão, mesmo sob pressão ou condições adversas.

A capacidade de criar e repetir situações do cotidiano e outras complexas de uma maneira aceitável, podendo registrar e documentar toda a condução realizada torna-se um diferencial na simulação da condução. No ambiente controlado, é possível analisar os resultados de acordo com o desempenho desejado, obter informações relacionadas ao ambiente da condução alterando as condições desse ambiente como, por exemplo, as condições meteorológicas, de trafegabilidade além de incluir possíveis avarias no veículo. Diante dessas alternativas é possível analisar e medir objetivamente o que se pretende, o que muitas vezes torna-se muito complexo e em alguns casos, impossível na vida real.

3.1.1 O Simulador de Direção Veicular e a Filosofia Visão Zero

Em 1997, o Parlamento Sueco aprovou o Projeto de Lei de Segurança de Tráfego Rodoviário, embasado na filosofia Visão Zero

(VZ) (VISION ZERO INITIATIVE, 1997). Com o lema “Nenhuma perda de vida é aceitável”, a meta principal da VZ é chegar próximo a zero na quantidade de mortes e lesões graves resultantes dos acidentes de trânsito, defendendo a responsabilidade pelas falhas de todos os envolvidos e não somente o condutor (RAIA JR., 2009). Nas discussões dessa filosofia, os autores argumentam que os indivíduos cometem erros como distração, por exemplo, e que, o fator humano está sempre presente nos acidentes em todos os dias do ano, porém, esses erros não deveriam resultar em mortes. Isso significa que, tanto as vias quanto os veículos deveriam garantir a segurança (ARNOLDUSSEN, 2004; BELIN, TILGREN e VEDUNG, 2011; TINGVALL e HAWORTH, 1999; TRAFIKVERKET, 2012).

A Europa promove uma investigação sobre o uso do simulador diferentemente dos Estados Unidos que assim como no Brasil, repousa a responsabilidade pela segurança no trânsito exclusivamente àquele que cometeu o erro, seja pedestre ou condutor. Kantowitz (2011) questiona que é improvável que a responsabilidade seja atribuída aos engenheiros, construtoras ou operadoras das vias, como preconiza a Filosofia Visão Zero cultivada na cultura Europeia, que se baseia em um conjunto de ética e valores que coloca a vida acima do aspecto econômico ou político. O autor argumenta que os problemas relacionados à falta de segurança no trânsito são abordados conforme a cultura de segurança daquela

região. A Visão Zero nesse contexto implica um maior investimento nas investigações sobre o simulador de direção, uma vez que através de situações simuladas, é possível identificar características da engenharia que contribuiriam para reduzir os acidentes de trânsito, mesmo quando há um erro do condutor. Complementa ainda, que as decisões governamentais para a utilização dos simuladores de direção estão diretamente ligadas à cultura de segurança adotada pelo país. Dessa forma, a cultura de segurança influencia o que é pesquisado regionalmente.

3.1.2 As teorias da aprendizagem

Estudos indicam que o treinamento em simulador de direção apresenta boas Taxas de Transferências de Aprendizagem das lições realizadas, sendo que a formação convencional em conjunto com a formação em simuladores conduz a uma qualificação mais elevada do educando (STRAYER e DREWS, 2003; HIRSCH, BELLAVANCE e PIGNATELLI 2011). Para Morgan *et al.* (2011), estas constatações indicam a necessidade de um nível mínimo de competências e habilidades adquiridas com o apoio do simulador para a entrada nos próximos níveis de aprendizagem, no entanto, comenta que a tecnologia atual precisa melhorar constantemente com o foco nos objetivos a serem atingidos.

Esse argumento é consonante com a teoria de Vygotsky, que defende que a aprendizagem está necessariamente ligada a um contexto social, e como complemento à teoria cognitiva construtivista de Piaget, que entende a aprendizagem como sendo em grande parte um processo de construção interna dentro do indivíduo, embora este possa ser motivado socialmente. Para a abordagem Piagetiana, o comportamento humano adulto é compreendido dentro de uma perspectiva evolutiva onde o ensino deve visar o desenvolvimento da inteligência por meio do construtivismo interacionista, que em essência parte do princípio segundo o qual a estrutura mental anterior de um funcionamento menos sofisticado é assimilada criando uma nova estrutura mais sofisticada em seguida (PIAGET, 1976; PIAGET, 1988; FILHO, 2008). Sem desprezar o papel dos fatores sociais para o desenvolvimento humano, para Piaget todos os indivíduos evoluiriam obedecendo uma sequência de quatro estágios que compreendem um maior grau de sofisticação na medida em que se avança em direção ao último, sendo esses quatro períodos responsáveis por cobrir o desenvolvimento cognitivo. São eles: sensorio motor, o pré-operatório, o operatório concreto e o operatório formal.

Vygotsky concebe a relação entre aprendizagem e desenvolvimento de uma maneira diferente sendo que para ele o desenvolvimento depende da aprendizagem. Não é o desenvolvimento que precede e torna possível a aprendizagem, mas é a

aprendizagem que o antecede, possibilita e impulsiona. Se uma criança não tiver contato com adultos ou outras crianças mais velhas para lhes auxiliar com experiências proporcionando a origem das competências e aptidões, esta criança não irá se desenvolver humanamente, ou seja, não haverá a manifestação das chamadas funções psicológicas superiores (FILHO, 2008). Para tanto, as atividades que utilizam a colaboração entre pares são, na concepção de Vygotsky mais adequadas para a aprendizagem de habilidades e estratégias (VYGOTSKY, 1981).

Em comum, Piaget e Vygotsky afirmam que aprender é processo de construção conceitual em que atividades complexas têm como base as atividades mais simples. Para Mizukami (1986) o pensamento é a base da aprendizagem, que se constitui de um conjunto de mecanismos em que o indivíduo movimenta para se adaptar ao meio ambiente. Pela assimilação, o indivíduo explora o ambiente, toma parte dele, transforma-o e incorpora-o a si. Santos (2003) reforça que o conhecimento é adquirido por meio de uma construção dinâmica e contínua.

Para Falkmer e Gregersen (2003) a formação dos condutores deve centrar-se não apenas nas competências e conhecimentos, mas também nas atitudes dos condutores. Considerando estes resultados, defende que parece necessário treinar competências cognitivas e aprender através de

estágios, avaliando suas próprias competências para que possam avaliar melhor as consequências dos atos que se realiza.

3.1.3 A Matriz GDE

A pesquisa na área da psicologia do trânsito tem demonstrado não apenas a importância do desempenho do condutor, ou seja, o que se pode fazer, mas também a relevância dos fatores relacionados à sua atitude, que seria o que o condutor está disposto a fazer (FALKMER e GREGERSEN, 2003). De origem Finlandesa, a matriz GADGET é uma estrutura que descreve a tarefa da condução com base em uma hierarquia. Com o objetivo de ajudar na elaboração dos currículos das escolas de condução, as diretrizes da Matriz GDE, como é chamada, têm sido amplamente reconhecidas na Europa como um ponto de partida teórico para o desenvolvimento da educação e formação do motorista (PERÄÄHO, KESKINEN e HATAKKA, 2003).

3.1.4 Descrição dos níveis hierárquicos da Matriz GDE

Nível 4: Metas e habilidades para a vida

O nível *Metas e habilidades para a vida* é o mais alto nível hierárquico e refere-se às motivações e tendências pessoais em uma concepção mais ampla. Este nível baseia-se no conhecimento de que os estilos de vida, o contexto social, o sexo, a idade e outros aspectos

individuais influenciam nas atitudes e no comportamento ao conduzir um veículo, bem como no envolvimento em acidentes. Para os autores, esses fatores estão profundamente ligados à sociedade e à cultura em que o condutor vive. Ressaltam que os familiares, amigos e outros modelos de convivência dos condutores são fontes importantes para a formação deste nível hierárquico que tem autoridade fundamental sobre os outros. As estruturas cognitivas e pré-condições neste nível estabelecem o estágio para as escolhas que serão feitas e os modelos internos que serão aplicados por um condutor durante uma viagem (PERÄÄHO, KESKINEN e HATAKKA, 2003 p. 6).

Nível 3: Objetivos e contexto da condução

O nível *Objetivos e contexto da condução* denota um foco nos objetivos que estão por trás da condução e do contexto em que a tarefa é executada. Este é um nível de decisão que busca saber o porquê, onde, quando e com quem a condução é realizada. Os autores exemplificam que estes aspectos estão relacionados com a escolha entre carro ou ônibus, dirigir de dia ou noite, decidir se irá dirigir sob a influência do álcool, fadiga ou estresse, ou seja, aquilo que tiver relação ao propósito da viagem (PERÄÄHO, KESKINEN e HATAKKA, 2003 p. 7).

Nível 2 - Domínio das situações de trânsito

O nível *Domínio das situações de trânsito* está relacionado ao ato de dominar a condução em situações de trânsito. Para os autores, um condutor deve ser capaz de ajustar a sua condução em conformidade com as constantes alterações do tráfego, por exemplo, nas interseções, ao ultrapassar ou quando se depara com outros usuários mais vulneráveis na via. Ser capaz de identificar perigos potenciais no trânsito faz parte deste nível hierárquico (PERÄÄHO, KESKINEN e HATAKKA, 2003 p. 8).

Nível 1 - Manobra do veículo

O nível *Manobra do veículo* está focando no veículo, na sua concepção e na forma como ele é manobrado, na forma como o condutor executa as manobras. Para conduzir um veículo, é importante aprender a trocar de marcha, parar, frear, acelerar, ou seja, ser capaz de dominar o veículo no trânsito. Pertence a este nível, além da realização de manobras simples e complexas, a compreensão das leis e utilização dos equipamentos de proteção como cinto de segurança, capacete, entre outros (PERÄÄHO, KESKINEN e HATAKKA, 2003 p. 8-9).

Analisando os conteúdos curriculares atuais estabelecidos pela regulamentação brasileira, podemos identificar que o treinamento em simuladores de direção se concentra em suas características no Nível 1 da Matriz GDE, em que os conceitos básicos da utilização do veículo são ensinados como, por exemplo, a tomada de contato, acomodação,

localização, conhecimento e regulagem dos equipamentos, dentre outros importantes para o manuseio do veículo e, perpassa levemente pelo nível 2 com situações de risco criadas, manobras mais complexas de serem realizadas, deixando para a prática de direção o refinamento das habilidades de ambos os níveis.

Tradicionalmente, a educação e a formação dos motoristas se concentram no Nível 2, no entanto, o foco está mais em ensinar o aluno a “passar no exame” do que propriamente em ensinar a se comportar diante das situações de risco de uma maneira crítica e independente das orientações de seu instrutor. Uma evolução a este ciclo seria dar conta de se trabalhar os aspectos relacionados a todos os níveis hierárquicos da tarefa da condução interligando as três etapas da formação, complementando com a manutenção destes conhecimentos nas campanhas educativas de conscientização, precedendo com as informações sobre cidadania e respeito trabalhadas nas escolas do ensino fundamental e médio.

Em comum a este pensamento, o Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV) defende que para superar estas limitações, é importante que os esforços governamentais sejam direcionados à evolução do processo de concepção de um currículo, adequando os objetivos da construção do conhecimento ao contexto da simulação, realizando uma vasta análise do processo de formação de condutores.

Sugere assim, a elaboração de Parâmetros Curriculares Nacionais que estruturam o processo de ensino e aprendizagem e estabeleçam diretrizes para abordagem metodológica, conteúdos, objetivos e avaliações. Além disso, reforçam que há uma necessidade do fortalecimento dos Centros de Formação de Condutores como Instituições de Ensino, revisando a qualificação dos profissionais atuantes (ONSV, 2016, p.39). E, especialmente no caso daqueles que ministram as aulas em simuladores de direção, afim de que sejam compreendidos os aspectos metodológicos de acompanhamento e avaliação das aulas realizadas utilizando a ferramenta se faz urgente e necessário.

3.2 Fundamentação Pedagógica

Aprender a dirigir um veículo exige do aluno a aquisição de habilidades motoras, sensoriais e cognitivas. As funções cognitivas, quando relacionadas à direção veicular, incluem memória, atenção, recolha da informação, tomada de decisões, tratamento da informação e ação. Para Pirito (1999, p. 27), estas funções devem se processar de modo dinâmico incluindo as informações sobre o trânsito, suas implicações técnicas, preventivas, defensivas e punitivas.

Para Hirsch e Quimper (2015) utilizando um simulador de direção veicular (SDV), é possível desenvolver uma metodologia que permita aperfeiçoar diversas competências do aluno usando uma

variedade de situações, capaz de analisar as tarefas mais complexas da condução, as manobras realizadas e as situações de risco ocorridas durante o treinamento. Podem ser criadas tarefas complexas, divididas em tarefas mais simples e mais fáceis de serem compreendidas permitindo que os alunos progridam em seu próprio ritmo. Durante o treinamento e a evolução do aluno, é possível modificar e melhorar a eficiência do treinamento, adaptando-o de acordo com o desenvolvimento e *feedback* do instrutor e do próprio aluno. A partir daí, novos desafios podem ser criados com o objetivo de fazer com que o aluno evolua em seu processo. Segundo os autores, os simuladores proporcionam situações de aprendizagem seguras e têm grande potencial para ajudar os condutores a adquirir habilidades que ajudarão a mantê-los seguros para a transferência para a vida real.

Em outro estudo Hirsch (2015), complementa que a aprendizagem auto-estimulada fornecida por um simulador, facilita a compreensão, retenção de conhecimentos e a transferência de habilidades para o mundo real. Comparado ao treinamento tradicional, o uso do simulador oferece uma quantidade e qualidade de eventos permitindo que os alunos repitam as aulas e lições necessárias ao desenvolvimento das competências importantes para a condução. Essas ações repetidas vezes, tornam-se habituais, gerando o chamado automatismo correto ou "memória muscular", que são gestos realizados

suavemente e rapidamente com pouco ou nenhum pensamento consciente. Para o autor, a memória muscular, reduz a carga mental do condutor e aumenta a sua capacidade de antecipar e evitar conflitos de trânsito. Essa visão é consonante com a descrição de Perrenoud (1999, p.7), sobre competência que a define como a “capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”. Luckesi (1999) define o conceito de competência como a capacidade de fazer algo de modo adequado servindo-se de várias habilidades. O autor afirma ainda que as habilidades e competências são maneiras de se realizar uma tarefa, utilizando recursos cognitivos e procedimentos que implicam uma ação.

3.2.1 Estudos e pesquisas internacionais

Ao descrever os métodos para a concepção de cenários a serem desenvolvidos em treinamento utilizando simulador de direção com estudantes, Allen *et al.* (2011) buscaram detectar os aspectos relacionados a uma possível transferência de treinamento para a percepção de risco. Os resultados deste estudo demonstram que o desempenho no controle do posicionamento do veículo (simulador) na via foi semelhante no grupo treinado com o simulador e no grupo treinado sem o simulador. No entanto, o desempenho em eventos de risco e comportamentos de excesso de velocidade foi melhor no grupo que passou pelo treinamento. Os participantes do grupo que receberam o

treinamento no simulador obtiveram melhor precisão para evitar colisões, violaram menos os limites de velocidade e apresentaram um melhor desempenho em relação à detecção de uma placa de parada obrigatória que estava difícil de ser vista. Da amostra, poucos condutores não treinados conseguiram sair de uma situação de risco em que o motorista deveria extrapolar sua visão para a perspectiva de outro condutor sem se envolver em um acidente. Para os autores, isso sugere que a repetida exposição a situações de risco como nas sessões de treinamento, pode ter feito com que os motoristas treinados tivessem acesso a um esquema mental melhor da situação que os não treinados e que, o ganho de experiência na percepção de risco e na tomada de decisão tenha acontecido de maneira mais efetiva.

Em outro estudo desenvolvido, Allen *et al.* (2007) avaliaram um grupo de aspirantes à carteira de motorista instruídos e outro grupo não instruído em simuladores de direção. O treinamento foi realizado com uma amostra de 554 alunos do ensino médio durante quatro anos na Califórnia e dois anos na Província de Nova Escócia no Canadá. Com os objetivos de identificar se o treinamento no simulador resultaria em redução de acidentes e se seria eficaz na formação dos novos condutores, os autores analisaram o comportamento dos estudantes formados em três configurações diferentes de simuladores e compararam as taxas de envolvimento em acidentes com motoristas novatos que não foram

formados com o simulador. Os dados publicados demonstram que a taxa de acidentes na amostra dos alunos treinados no simulador com um amplo campo de visão, foi 1/3 menor após os quatro anos de acompanhamento na Califórnia e 50% menor após dois anos de acompanhamento na Nova Escócia em comparação com a amostra dos alunos que se habilitaram da maneira tradicional, sem o simulador de direção.

Uhr *et al.* (2003) identificaram que os condutores de veículos de emergência treinados em um simulador em comparação com os condutores que receberam apenas formação no veículo, reduziram significativamente o tempo do treinamento, considerando o período necessário para desenvolver as competências e habilidades necessárias.

Goode, Salmon e Lenné (2013) revisaram a literatura científica e relataram evidências de vários estudos indicando que os condutores que foram treinados em simuladores de direção perceberam e responderam adequadamente às situações de riscos de uma condução simulada e obtiveram melhor desempenho em tarefas objetivas, como por exemplo, nas frenagens e o movimento dos olhos. Para os autores, embora alguns programas de treinamento que utilizam o simulador de direção desenvolvam habilidades cognitivas de ordem superior e tenham demonstrado ser eficazes, em geral a adoção da tecnologia como

ferramenta pedagógica sobrelevou amplamente o ritmo da pesquisa empírica na área.

Estruturado com base na matriz GDE, um estudo realizado com uma amostra de 60 alunos nas escolas de condução da Bélgica, Países Baixos, Espanha, Suécia e Grécia, utilizando dois tipos de simuladores sendo um de baixo custo e outro de custo médio, concluiu que existe uma potencial vantagem para a segurança viária ao se melhorar os conteúdos educativos da formação de condutores utilizando simuladores de direção (DOLS e PARDO, 2001).

Pradhan *et al.* (2009) em uma análise do comportamento argumentam em seu estudo que em geral, os condutores treinados em simuladores de direção foram significativamente mais propensos a olhar para áreas da via que continham informações relevantes para a redução de riscos (64,4%), como por exemplo, um cruzamento do que os condutores não treinados (37,4%). No entanto, essa comparação foi realizada apenas com a formação em simuladores, sem comparar com a condução no ambiente real.

Para avaliar o comportamento do condutor em condições climáticas específicas, Snowden, Stimpson e Ruddle (1998) avaliaram a percepção da velocidade em situações de tráfego com neblina em que os participantes aumentavam a velocidade sem perceber, à medida que o

ambiente ficava mais nebuloso. O estudo revelou que um ambiente com neblina é interpretado pelo cérebro como uma mudança de velocidade, ou seja, o condutor tem a sensação de estar em uma velocidade menor do que a desenvolvida. Daí, a atitude de aumentar a velocidade.

Na Holanda os simuladores de direção foram introduzidos nas escolas de condução para formação com foco na didática proporcionada pela ferramenta objetivando ensinar aos alunos noções básicas de condução como, por exemplo, a operação do veículo, a interação do aluno com o trânsito, os procedimentos a serem adotados diante de outros usuários da via, as habilidades básicas em estrada e rodovia, bem como habilidades mais complexas como condução na chuva e em outras condições adversas. Os alunos realizaram 8 aulas de 20 minutos no simulador e depois praticavam os mesmos exercícios na prática de direção com um automóvel. Para Kappé (2005), os alunos aprendem tarefas diárias de maneira estruturada, com situações predefinidas pelo instrutor, sendo que o simulador fornece instruções durante o trajeto e *feedback* ao final. Em seu estudo, relata que os instrutores holandeses comentam que na prática em via pública, após as aulas em simuladores, gastam menos tempo explicando conceitos básicos aos alunos, deixando mais tempo para as habilidades que precisam de maior refinamento.

Em 2010, foi iniciado um estudo em Montreal com o objetivo de analisar a eficácia da substituição de parte do treinamento prático nas ruas pelo treinamento em simuladores de direção. Os simuladores utilizados durante o estudo possuíam uma plataforma de vibração e movimento, além de telas com uma visão de 180°. Objetivou-se identificar se os alunos iniciantes aprendem as habilidades de condução com igual ou maior eficiência em um simulador de direção, medido de acordo com o seu desempenho nas provas práticas nas ruas e se o treinamento no simulador influencia no risco de acidentes envolvendo novos condutores durante os primeiros anos de condução. Além desses dois objetivos, os autores buscaram analisar a percepção dos alunos e as avaliações dos instrutores sobre as competências adquiridas por seus alunos. Os resultados preliminares indicam uma boa taxa de transferência do aprendizado, demonstrando a possibilidade de equivalência de uma hora no simulador para uma hora de aula prática de direção. Em relação à percepção dos alunos que realizaram as aulas nos simuladores, foi demonstrado uma facilidade maior de relaxamento nas aulas do simulador do que nas aulas de rua. A maioria dos alunos relatou que acharam o simulador mais eficiente ou igualmente eficiente em relação às aulas de direção para todas as habilidades, exceto estacionamento e controle de velocidade (HIRSCH e BELLAVANCE, 2013).

3.2.2 Características pedagógicas do simulador de direção veicular

Os Simuladores de Direção Veicular (SDV) variam muito em termos de sofisticação de acordo com cada tipo de modelo e objetivo. Dentre os componentes de um simulador, Kappé (2005) relaciona como principais o modelo do veículo, os aspectos visuais, o movimento, o modelo de tráfego e cenários além da instrução. Inicialmente, os modelos de veículos utilizados eram mais simples, mas com o avanço da tecnologia, têm se aproximado cada dia mais dos veículos reais, utilizando as linguagens de programação, engenharia e *designer* veicular. Segundo o autor, isso permite o manuseio com conforto e sensação mais próximos do real. Nos últimos anos, o aumento no número de estudos sobre a simulação de direção têm se apresentado como uma alternativa adequada para os estudos de campo. Autores que defendem a utilização dos simuladores de direção argumentam que o equipamento possui várias características positivas como a eficiência, baixo custo, a segurança tanto dos alunos quanto dos instrutores, o controle experimental e a facilidade da coleta de dados (BELLAVANCE, 2007).

Os simuladores de Alta Fidelidade são equipamentos que exploram uma grande quantidade de sentidos, incluindo o movimento, recriando o ambiente de tráfego e dando ao condutor a sensação de condução de um veículo mais próxima da real. Esse tipo de simulador

recria o ambiente de tráfego em um ambiente virtual de 360 graus, possibilitando a reprodução de movimento de aceleração, curvas, frenagem e interação com as diferentes superfícies da via com maior precisão (LUCAS *et al.*, 2013).

Simuladores de nível intermediário com plataforma de movimento ou não, possuem um campo de visão amplo, porém, de 180 graus à frente do condutor, contendo normalmente uma cabine que representa um veículo real, o que permite uma boa imersão do condutor no ambiente do trânsito. São usados para pesquisas avançadas que necessitam de uma percepção mais precisa do ambiente, veículo e elementos que influenciam no comportamento do condutor (JAMSON, 2011).

Simuladores de nível básico possuem uma exploração simples do sistema sensorial, visual e auditivo do condutor, podendo ter plataforma de vibração com movimento ou não. É constituído por *desktops* com telas em que os cenários de tráfego são projetados, muito usados em treinamentos para condutores (ORSOLIN e RAMPELOTTO, 2010). O *designer* aberto de um simulador de nível básico facilita a aplicação de princípios pedagógicos como demonstrações de situações de risco, aulas em grupo com repetições de procedimentos e ensino de pares, teoria defendida por Vygotsky.

Disponíveis no mercado a um custo mais baixo, os simuladores de mesa têm como objetivo principal o entretenimento. Backlund *et al.* (2008) distinguem os jogos de diversão dos que denominam como jogos sérios, que possuem um objetivo definido, e não de mera diversão.

No Brasil, o modelo utilizado atualmente na formação dos condutores apresenta características de um simulador de nível básico. O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) define os requisitos mínimos quanto aos comandos e sistemas de *hardware*, bem como os recursos básicos de *software* para que um simulador seja homologado e utilizado pelos Centros de Formação de Condutores (CFC) (DENATRAN, 2011, DENATRAN, 2012, DENATRAN, 2013). Atualmente, a Resolução nº 543/2015 em vigor, exige que os candidatos à habilitação em automóvel em todo território nacional realizem, no mínimo, cinco aulas em simuladores, tendo a grade curricular sofrido algumas alterações de conteúdos pela resolução nº 572/2015 (CONTRAN, 2015).

De acordo com os documentos, a abordagem didático-pedagógica estabelecida para as aulas no simulador de direção devem ser distribuídas de maneira que o instrutor, em um primeiro momento, prepare o aluno para receber as orientações gerais e os conceitos que serão abordados durante a aula. Em seguida, a realização da sessão simulada fixada em um período de 30 (trinta) minutos capaz de reproduzir os cenários e

situações de tráfego de acordo com o conteúdo pedagógico estabelecido. Para finalizar a aula, uma apresentação do resultado obtido, a correção didática das falhas porventura cometidas pelo aluno e o *feedback* da condução e do aprendizado. As situações simuladas devem atender aos seguintes conteúdos:

- Conceitos Básicos;
- Aprendendo a conduzir;
- Aprendizado da circulação;
- Condução Segura;
- Situações de risco.

Os conteúdos a serem ministrados nas aulas em simulador de direção veicular para o desenvolvimento das tarefas da condução foram um pouco mais detalhados no documento, levando em conta a preparação para que o aluno receba as orientações gerais a respeito dos conceitos básicos da condução, acomodação e regulação dos elementos como banco, encosto de cabeça, retrovisores e dos equipamentos de segurança. Perpassa pelo controle do volante e posicionamento do veículo na via, a condução em curvas, aclives, declives. Complementando com a realização de manobras como ultrapassagem, passagem, marcha à ré e baliza, e a condução diante de condições adversas como chuva, neblina, noite e em diferentes tipos de vias (CONTRAN, 2015).

Ao final de cada aula, através de um relatório, o instrutor terá condições de acompanhar a evolução do aluno, as infrações e erros cometidos e assim, analisar juntamente com o aluno os pontos a melhorar, tendo condições de fornecer um *feedback* mais preciso, relembrando tópicos da aula anterior e oferecendo mais condições para que o processo de ensino e aprendizagem atinja os objetivos propostos. Ao identificar a dificuldade apresentada por um aluno em um determinado exercício ou em alguma habilidade específica como, por exemplo, a troca de marchas, a frenagem ou a aceleração, o instrutor terá condições de pontuar, demonstrando as técnicas e os procedimentos corretos, complementando com exercícios diferentes daqueles já propostos anteriormente. Dessa forma, é possível avaliar novamente em um ciclo que dê ênfase aos acertos nos momentos em que o aluno realiza de maneira correta os exercícios para que ele também perceba a sua evolução bem como aos erros, nos momentos que seja necessária a correção para o alcance dos objetivos.

4 Considerações Finais

A Legislação Brasileira convergiu para a decisão da utilização dos simuladores de direção no processo de formação dos condutores do país e a discussão em torno desse tema nos leva a analisar um dilema interessante sobre como oferecer a experiência da condução do veículo aos futuros motoristas sem aumentar significativamente os riscos.

Estudos internacionais realizados desde a década de 1920 apontam a simulação como uma alternativa para este dilema, uma vez que a exposição às situações de tráfego pode ser simulada de forma repetitiva, controlada, sem oferecer riscos e aprimorando as aptidões dos alunos antes de irem para a prática de direção no veículo. Estudos envolvendo a Realidade Virtual no processo de formação de condutores têm sido desenvolvidos em diversos países do mundo. No Brasil, este ainda é um assunto que precisa ser bastante discutido com o intuito de melhorar tanto a qualidade dos equipamentos quanto análises adicionais para o aperfeiçoamento dos procedimentos metodológicos da sua utilização, além dos efeitos e da abordagem dos conteúdos pedagógicos inseridos nos simuladores existentes no mercado. Faz necessário também que sejam realizados estudos que proporcionem uma visão mais ampla de como os condutores percebem e reagem às situações de risco durante a condução. No entanto, é importante que se tenha consciência de que os conteúdos didáticos existentes no equipamento estabelecidos por Lei, por si só não darão conta da totalidade das necessidades que um processo de aquisição de conhecimentos exige. A presença do instrutor e o acompanhamento do desempenho do aluno são primordiais, além do conhecimento dos objetivos que se deseja atingir. Sem considerar esses pontos relevantes, os simuladores continuarão a ser habitualmente usados apenas para o cumprimento da regra à exceção de alguns poucos instrutores, cujo vínculo vai ao encontro com sua empatia com a

ferramenta. Embora o conceito e sua fundamentação legal estejam claros e incisivamente estabelecidos, as reflexões em torno dos fundamentos teóricos e pedagógicos ainda são recentes no país e carecem maior atenção para o alcance dos objetivos esperados. Este artigo pretendeu colaborar para o debate e nos auxiliar na compreensão do papel dos simuladores de direção como ferramenta didático-pedagógica na formação dos futuros condutores brasileiros.

5 Referências Bibliográficas

ALLEN, R. W. *et al.* **Experience with a low cost, pc based system for young driver training.** In: DORN, L. SULLMAN, M. **Driver Behaviour and training.** Reino Unido: Ashgate. vol. 5, 2013.

_____. **The effect of driving simulator fidelity on training effectiveness.** Iowa: Driving Simulation Association. In: Driving Simulation Conference, 2007.

_____. **Detecting transfer of training through simulator scenario design:** a novice driver training study. Iowa City: 6th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, 2011. p. 203-210.

ARNETT, J. J. **Developmental sources of crash risk in young drivers.** Injury prevention, v. 8. 2002, pp.ii17-ii23.

ARNOLDUSSEN, L. Vision Zero. In: **Centre for Global Dialogue.** Munich: Risk Dialogue Series, 2004.

BACKLUND, P. *et al.* **Games for traffic education: an experimental study of a game-based driving simulator.** Simulation & Gaming. v. 48, 2008.

BAYS, J.; NODARI, C. T. **Implantação dos simuladores de direção veicular nos centros de formação de condutores do estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: DETRAN/RS, 2016.

BELIN, M. Å.; TILLGREN, P.; VEDUNG, E. **Vision Zero: A road safety policy innovation.** Estocolmo: International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 2011.

BELLAVANCE, F. **Driving Simulator for speed research on two-lane rural roads.** Roma: University, Department of Sciences of Civil Engineering. Rev. Accident Analysis and Prevention, 2007. p. 1078-1087.

BLICKENSDETFER, B.; LIU, D.; HENRANDEZ, A. **Simulation-Based Training: Applying lessons learned in aviation to surface transportation modes.** Daytona Beach: Embry Riddle Aeronautical University, 2005.

BOER, E. R. *et al.* **Experiencing the same road twice: A driver comparison between simulation and reality.** Proceeding of the Driving Simulation Conference, 2000, 33-55.

BOS, A. J. *et al.* **Comparison of novice and experienced drivers using the seev model to predict attention allocation at intersections during simulated driving.** Utah: 8^o International Driving Symposium

on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, 2015.

BRASIL. Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997. **Instituiu o Código de Trânsito Brasileiro**, Brasília: Casa Civil, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>. Acesso em: 29 dez. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Estudo do Uso de Simuladores e Recursos de Realidade Virtual para Formação de Condutores em Autoescolas**: Caderno de requisitos 1.01. Florianópolis: UFSC, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). **Acidentes de Transporte**. Base de dados do Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

BROOKHUIS, K. A.; WAARD, D. de. Measuring physiology in simulators. In: FISHER, D. L. *et al.* **Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology**. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, p. 231-240.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução nº 168 de 14 de dezembro de 2004. **Estabelece Normas e Procedimentos para a formação de condutores...** Brasília: CONTRAN. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_168_04_COMPILADA.pdf>. Acesso em 29 dez. 2016.

_____. Resolução nº 504, de 1976. **Dispõe sobre o uso do simulador de direção veicular**. Brasília: CONTRAN, 1976. Disponível em:

<<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/1027524.pdf>>. Acesso em 25 dez. 2016.

_____. Resolução nº 543, de 2015. **Altera a Resolução nº 168...** Brasília: CONTRAN, 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/images/Resolucoes/Resolucao5432015.pdf>>. Acesso em: 16 de mar. 2017.

COSTA, R. T. da.; CARVALHO, M. R. de; NARDI, A. E. **Virtual reality exposure therapy in the treatment of driving phobia**. Rio de Janeiro: Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 26, n. 1, 2010, p. 131-137.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. Portaria nº 168, de 7 de agosto de 2013. **Estabelece requisitos para credenciamento de certificadoras de simulador de direção**. Brasília: DENATRAN. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/images/Portarias/2013/Portaria1682013.pdf>>. Acesso em 16 de mar. 2017.

_____. Portaria nº 437 de 14 de agosto de 2012. **Requisitos para credenciamento de certificadoras de simulador de direção**. Brasília: DENATRAN. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/images/Portarias/2012/Portaria4372012.pdf>>. Acesso em 16 de mar. 2017.

_____. Dados Estatísticos, 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/>>. Acesso em 12 de abr. 2017.

_____. Portaria nº 642 de 11 de dezembro de 2009. **Autoriza a descentralização externa de crédito orçamentário e repasse financeiro...** Brasília: DENATRAN. Disponível em:

<http://www.denatran.gov.br/download/Portarias/2009/PORTARIA_DENATRAN_642_09.pdf>. Acesso em 16 de mar. 2017.

_____. Portaria nº 808 de 11 de outubro de 2011. **Estabelecer os requisitos mínimos para homologação de simulador de direção...** Brasília: DENATRAN. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/images/Portarias/2011/Portaria8082011.pdf>>. Acesso em 16 de mar. 2017.

_____. Portaria nº 513 de 17 de agosto de 2012. **Estabelece os requisitos para credenciamento de Organismos de Certificação...** Brasília: DENATRAN. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/images/Portarias/2012/Portaria5132012.pdf>>. Acesso em 29 dez. 2016.

DETRAN/MG. Departamento de Trânsito do Estado de Minas Gerais. Portaria nº 1.377, de 9 de novembro de 2015. **Dispõe sobre a utilização do simulador de direção veicular na obtenção da categoria “B” nos processos de primeira habilitação, reinício de processo e adição de categoria.** Belo Horizonte: DETRAN/MG, 2015.

DETRAN/RS. Departamento de Trânsito do Estado do Rio Grande do Sul. Portaria DETRAN/RS nº 301. **Estabelece o uso dos simuladores de direção no estado.** Porto Alegre: DETRAN/RS, 2014.

DOLS, J. F.; PARDO, J. **The trainer project: a new simulator-based driver training curriculum.** Valencia: First International Driving Symposium on Human Factors, 2001.

DORN, L. SULLMAN, M. **Driver Behaviour and training.** Reino Unido: Ashgate. vol. 5, 2013.

DSA. Driving Simulator Association. **Driving Simulation Conference Europe.** Stuttgart: DSA. Driving Simulator Association, 2017. Disponível em: <<http://dsc2017.org/>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

ÈCOMOBILE. **Eco-driving training pilot project for light vehicles: Summary Findings.** Quebec: Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2011.

FALKMER, T.; GREGERSEN, N. P. **System for driver Training and assessment using interactive evaluation tools and reliable methodologies.** EU: Programme for Research and Technological Development (FP7), 2003.

FILHO, M. L. S. de. **Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e em Vygotsky: dicotomia ou compatibilidade.** Curitiba: Rev. Diálogo Educ. v.8, n.23, 2008, p. 265-275.

FISHER, D.L. *et al.* Handbook of Driving Simulator for Engineering, Medicine and Psychology: An Overview. In: FISHER, D.L. *et al.* **Handbook of Driving Simulator for Engineering, Medicine and Psychology.** New York: CRC Press. Taylor & Francis Group Lic, 2011. p. xx-xxxv.

GOODE, N.; SALMON, P. M.; LENNÉ, M. G. **Simulation-based driver and vehicle crew training: applications, efficacy and future directions.** Melbourne: Monash University Accident Research Centre. Rev. Applied Ergonomics. vol. 44, 2013, p. 435-44.

HAYDU, V. B.; HAYDU, N. B. **Simuladores de direção por meio de realidade virtual para psicoterapia de fobia e medo de dirigir.** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

- HIRSCH, P. **Evidence of driving simulator training benefits.** Montreal: Virage Simulation, 2015.
- HIRSCH, P.; BELLAVANCE, F. **Novice learner driver perceptions of the efficiency of driving simulator-based training in a natural setting in Quebec.** Montreal: Road Safety Conference in Montreal, Quebec, 2013.
- HIRSCH, P.; BELLAVANCE, F.; PIGNATELLI, S. **An evaluation of the effectiveness of simulator-based training on the acquisition of gear-shifting skills for learner truck drivers.** Halifax: Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference, 2011.
- HIRSCH, P.; QUIMPER, R. **Recommended requirements for a Driving Simulator Visual System.** Montreal: Virage Simulation, 2015.
- JAMSON, H. **Cross-Platform Validation Issues.** In: FISHER, D. L. *et al.* **Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology.** New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, p. 12-10.
- JUNIOR, A. C. *et al.* **Estudos pedagógicos preliminares sobre a eficácia do uso do simulador veicular na formação de condutores.** Porto Alegre: Sindicato dos Centros de Formação de Condutores do Estado do Rio Grande do Sul, 2014.
- KANTOWITZ, B. H. Using driving simulators outside of North América. In: FISHER, D. L. *et al.* **Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology.** New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, p. 17-30.
- KAPPÉ, B. **Driving simulators for driver training: state of the art.** Brno: Humanist TFG Workshop on the Application of new technologies to driver training, 2005.
- KOZAK, J. J. *et al.* **Transfer of training from virtual reality.** Skövde: Ergonomics. 2º Euro. Conf. Disability, Virtual Reality & Association. v. 36, Nº.7, 1993, p.777-784.
- LINDSEY, J. T.; BARRON, A. E. **Effects of simulation on emergency vehicle drivers' competency in training.** Prehospital Disaster Medecine, 2008, p. 361-368.
- LUCAS, F. R. *et al.* **Uso de simuladores de direção aplicado ao projeto de segurança viária.** Curitiba: Bol. Ciências Geodésicas. v. 19, nº 2, 2013. p. 341-52.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar.** São Paulo: Cortez, 1999.
- MAYHEW, D. R.; SIMPSON, H. M. **Youth and road crashes: reducing the risks from inexperience, immaturity and alcohol.** Ottawa: Traffic Injury Research Foundation, 1999.
- MEDEIROS, D. C. *et al.* **O uso da Realidade Virtual não-imersiva para o auxílio ao tratamento da aviofobia pelos profissionais da psicologia.** In: X Symposium of Virtual and Augmented Reality, 2008.
- MIZUKAMI, M. da G. N. **Ensino: as abordagens do processo.** Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- MOURANT, R. R.; ROCKWELL, T. H. **Strategies of visual search by novice and experienced drivers.** Texas: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 1972, p.325-335.

- ONSV. Observatório Nacional de Segurança Viária. **Avaliação dos simuladores de direção veicular**. Indaiatuba: ONSV, 2013.
- _____. **Formação de Condutores 2015**. Indaiatuba: ONSV, 2014.
- _____. **Fundamentação Teórica para a Formação de Condutores 2015**. Indaiatuba: ONSV, 2016.
- ORSOLIN, D. M.; RAMPELOTTO, E. R. **Simulador de direção com três graus de liberdade**. Rio grande do Sul: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Revista da Graduação, v. 3, nº 1, 2010.
- PARK, G. D. *et al.* **Automated assessment and training of novice drivers**. Roma: Advances in Transportation Studies an International Journal. University of Roma, 2006, pp. 87-96.
- PERÄÄHO, M.; KESKINEN, E.; HATAKKA, M. **Driver competence in a hierarchical perspective: implications for driver education**. Turku: University of Turku, Traffic Research, 2003.
- PERRENOUD, P. **Avaliação - da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- _____. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: José Olympio, 1988.
- PIRITO, M. A. Considerações sobre o motorista idoso. Revista da Associação Brasileira de Acidentes e Medicina de Tráfego – ABRAMET, n. 30, maio/jun. 1999.
- PRADHAN, A. K. *et al.* **Can younger drivers be trained to scan for information that will reduce their risk in roadway traffic scenarios that are hard to identify as hazardous?**. Ergonomics, v. 52, n. 6, 2009, p. 657-673.
- RABAY, F. L.; RUSSO, L. E. A.; KAWASHIMA, R. S. **Uso de simuladores de direção aplicado ao projeto de segurança viária**. Boletim de Ciências Geodésicas. São Paulo: Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.
- RAIA JR., A. A. **A responsabilidade pelos acidentes de trânsito segundo a Visão Zero**. São Paulo: ANTP. Rev. dos Transportes Públicos – ANTP, Ano 31º, 1º quadrimestre, 2009.
- REED, N. *et al.* **SCOTSIM: An evaluation of the effectiveness of two truck simulators for professional driver training**. Relatório nº PPR214. Crowthorne: Transport Research Laboratory, 2007.
- RIZZO, M. Medical disorders. In: FISHER, D. L. *et al.* **Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology**. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, p. 621-641.
- ROSE, F. D. *et al.* **Training in virtual environment: transfer to real world tasks and equivalence to real task training**. Iowa: Taylor & Francis. Ergonomics, v. 43, nº4, 2000, p. 494-511.

ROZESTRATEN, R. J. A. **Psicologia do trânsito; o que é e para que serve**. Brasília: Psicologia: ciência e profissão. v.1 n.1 Brasília, 1981, p.141-143.

RSS. Road Safety & Simulation. **Road Safety & Simulation: International Conference**. The Hague: DSA. RSS. Road Safety & Simulation, 2017. Disponível em: <<http://rss2017.org/>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

SALAS, E.; CANNON-BOWERS J. A. **The Science of Training: A Decade of Progress**. Annual Review of Psychology, 2001, p. 471-499.

SANTOS, R.V. dos. **Abordagens do processo ensino aprendizagem**. São Paulo: Rev. Integração, n.40, 2003.

SIMONS-MORTON, B. G.; HARTOS, J. L. **How well do parents manage young driver crash risks?**. [SI]: Journal of Safety Research, v. 34, n. 1, 2003, p. 91-97.

SNOWDEN, R. J.; STIMPSON, N.; RUDDLE, A. R. **Speed perception fogs up as visibility drops**. Wales: Nature. School of Psychology, University of Wales Cardiff, vol. 392, n. 6675, 1998.

STRAYER, D.L.; COOPER, J.; DREWS, F. A. Profiles in cell phone - induced driver distraction. In: FISHER, D. L. *et al.* **Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology**. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, p. 373-381.

TINGVALL, C.; HAWORTH, N. **Vision Zero: An ethical approach to safety and mobility**. Trabalho apresentado ao 6º International Conference Road Safety & Traffic Enforcement. Melbourne, 1999.

TIPPIN, J. M. Driving Simulation in Epilepsy and Sleep Disorders. In: FISHER, D. L. *et al.* **Handbook of driving simulation for**

engineering, medicine, and psychology. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, p. 671-680.

TRAFIKVERKET. Swedish Transport Administration. **Road Safety: Vision Zero on the move**. 3ª ed. Fev, Borlänge, 2012.

UHR, M. B. F. *et al.* **Transfer of training in an advanced driving simulator: Comparison between real world environment and simulation in a manoeuvring driving task**. Dearborn: DSC Driving Simulation Conference North America, 2003.

UNDERWOOD, G. **Visual attention and the transition from novice to advanced driver**. Ergonomics, 2007, p.1235-1249.

VISION ZERO INITIATIVE (VZ). **Vision Zero: Traffic Safety By Sweden**. Estocolmo, 1997. Disponível em: <<http://www.visionzeroinitiative.com>>. Acesso em 18 de jun. 2016.

VYGOSTKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

_____. The Genesis of higher mental functions. In: WERTSCH, J. V. (Org.). **The concept of activity in soviet psychology**. Nova York: Sharpe, 1981, p. 134-143.

_____. **Mapa da violência 2014. Os Jovens do Brasil**. Brasília: Flasco Brasil, 2014.

WILLIAMS, A. F.; FERGUSON, S. A. **Rationale for graduated licensing and risks it should address.** Injury prevention, v.8, 2002, pp.ii9-ii16.
